

## (12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年10月28日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/092948 A1

(51) 国際特許分類: G06F 7/24, 12/16, 15/80, 17/30  
 (74) 代理人: 吉田 聰 (YOSHIDA, Satoshi); 〒2330001 神奈川県横浜市港南区上大岡東2-24-4 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005323  
 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

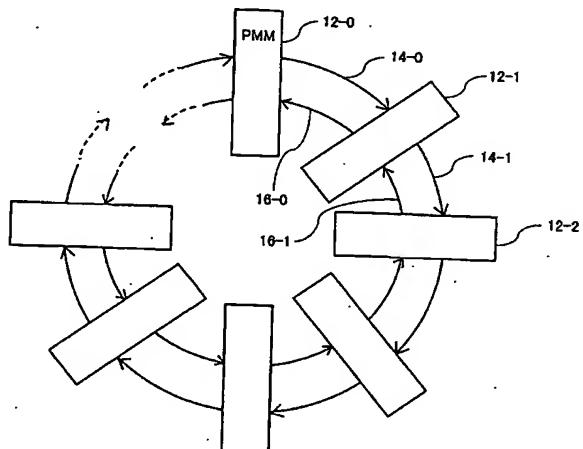
(22) 国際出願日: 2004年4月14日 (14.04.2004)  
 (71) 出願人および  
 (72) 発明者: 古庄 晋二 (FURUSHO, Shinji) [JP/JP]; 〒2210005 神奈川県横浜市神奈川区松見町4丁目1101番地7 コートハウス菊名804号 Kanagawa (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語  
 (26) 国際公開の言語: 日本語  
 (30) 優先権データ: 特願2003-111978 2003年4月16日 (16.04.2003) JP  
 (73) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND INFORMATION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 情報処理システムおよび情報処理方法



(57) Abstract: In a distributed memory, elements in a sequence stored in various memories are input/output by a single instruction and processing and communication are unified. Between adjacent PMM (12), there are first packet transmission path (14) for transmitting a packet from a first to second PMM and a second packet transmission path (16) for transmitting a packet from a second to a first PMM. Each PMM has an information block consisting of a value list and a pointer sequence. The value list contains item values in the sequence of item value numbers corresponding to the item values belonging to particular items for expressing table-type data expressed as a sequence of records, each containing an item and an item value belonging to the item. The pointer sequence contains a pointer value for instructing the item number in the unique sequence set arrangement order. The information blocks held by the respective memories constitute a global information block.

WO 2004/092948 A1

(57) 要約: 分散メモリ型において、单一命令により種々のメモリに記憶された配列中の要素を入出力し、処理と通信を統合する。隣接するPMM 12の間には、一方から他方にパケットを伝達する第1のパケット伝送路14、および、他方から一方にパケットを伝達する第2のパケット伝送路16を備える。各PMMは、各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するため、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目

[続葉有]



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 國際調査報告書

## 明細書

## 情報処理システムおよび情報処理方法

## 発明の属する技術分野

5 本発明は、 SIMD (Single Instruction Stream, Multiple Data Stream) を実現可能な並列コンピュータのアーキテクチャを採用した情報処理システムに関する。

## 背景技術

社会全体のさまざまな場所にコンピュータが導入され、インターネットをはじめとするネットワークが浸透した今日では、そこそこで、大規模なデータが蓄積されるようになった。このような大規模データを処理するには、膨大な計算が必要で、そのために並列処理を導入しようと試みるのは自然である。

並列処理アーキテクチャは「共有メモリ型」と「分散メモリ型」に大別される。前者（「共有メモリ型」）は、複数のプロセッサが1つの巨大なメモリ空間を共有する方式である。この方式では、プロセッサ群と共有メモリ間のトラフィックがボトルネックとなるので、百を越えるプロセッサを用いて現実的なシステムを構築することは容易ではない。したがって、例えば10億個の浮動小数点変数の平方根を計算する際、単一CPUに対する加速比は、せいぜい100倍ということになる。経験的には、30倍程度が上限である。

後者（「分散メモリ型」）は、各プロセッサがそれぞれローカルなメモリを持ち、これらを結合してシステムを構築する。この方式では、数百～数万もののプロセッサを組み込んだハードウェアシステムの設計が可能である。したがって、上記10億個の浮動小数点変数の平方根を計算する際の単一CPUに対する加速比を、数百～数万倍とすることが可能である。しかしながら、後者においても、後述するいくつかの課題が存在する。

## [第1の課題：巨大配列の分掌管理]

「分散メモリ型」の第1の課題は、データの分掌管理の問題である。

巨大なデータ（一般的には配列なので、以降、配列で説明する）は、1つの

プロセッサの所有するローカルメモリに収容できるものではなく、必然的に複数のローカルメモリに分掌管理される。効率的かつ柔軟な分掌管理メカニズムを導入しないと、プログラムの開発および実行に際してさまざまな障害を抱え込むことになることは明らかである。

5 [第2の課題：プロセッサ間通信の効率の低さ]

分散メモリ型システムの各プロセッサが、巨大配列にアクセスしようとすると、自己の所有するローカルメモリ上の配列要素に対しては速やかにアクセスできるものの、他のプロセッサが所有する配列要素へのアクセスはプロセッサ間通信を必須とする。このプロセッサ間通信はローカルメモリとの通信に比べ、  
10 極端にパフォーマンスが低く、最低でも100クロックかかると言われている。このため、ソート実施時には、巨大配列全域にわたる参照が実施され、プロセッサ間通信が多発するため、パフォーマンスが極端に低下する。

この問題点につき、より具体的に説明を加える。1999年現在、パソコンは、1～数個のCPUを用いて、「共有メモリ型」として構成されている。このパソコンに使用される標準的なCPUは、メモリバスの5～6倍程度の内部クロックで動作し、その内部に自動的な並列実行機能やパイプライン処理機能が装備されており、およそ1データを1クロック（メモリバス）で処理できる。

このため、「分散メモリ型」のマルチプロセッサシステムでは、プロセッサ数は多いのに、シングルプロセッサ（共有メモリ型）よりも100倍遅くなることになりかねない。

20 [第3の課題：プログラムの供給]

「分散メモリ型」の第3の課題は、多数のプロセッサにどうやってプログラムを供給するか、という問題である。

非常に多数のプロセッサに、別々のプログラムをロードし、全体を協調動作させる方法（MIMD：Multiple Instruction Stream, Multiple Data Stream）では、プログラムの作成、コンパイル、配信のために多大な負荷を要する。

その一方、多数のプロセッサを同一のプログラムで動作させる方法（SIM

D : Single Instruction Stream, Multiple Data Stream) では、プログラムの自由度が減少し、所望の結果をもたらすプログラムが開発できない事態も想定される。

本発明は、「分散メモリ型」の上記第1ないし3の課題を解決する方法およびコンピュータアーキテクチャを提供する。

ところで、本発明者は、表形式データを記憶するために、項目ごとの情報ブロックを形成し、当該情報ブロックに、項目値を記憶した値リスト、および、当該値リストを指定するための値（ポインタ値）を、レコードごとに記憶したポインタ配列を設け、レコード番号から、ポインタ配列および値リストを順次特定していくことにより、表形式のビューを取得できるような構造および処理方法を考案している（国際公開WO 00/10103号パンフレット、特に、第3図および第4図参照）。この構造において、レコード数が増大するのにしたがって、上記値リストやポインタ配列、特に、ポインタ配列は非常に大きくなるため、これを、複数のメモリで分掌した上で、单一命令により、検索、集計、ソートなどの処理が実行できるのが望ましい。

そこで、本発明は、分散メモリ型において、单一命令により種々のメモリに記憶された配列中の要素を入出力し、処理と通信を統合することで著しく高速な並列処理を実現可能なコンピュータアーキテクチャを提供することを目的とする。

20

## 発明の開示

本発明の目的は、項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれに保持する複数の情報処理ユニットと、

前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、  
25 を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカルな順序を表

す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、

情報処理システムであって、

前記情報処理ユニットの各々は、

前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカルな順序を表す番号に基づいて、

5 前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号を生成する手段と、

前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信する手段と、

前記パケット伝送路を介して前記他の情報処理ユニットからの値リストを受信  
10 する手段と、

前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記ローカルな情報ブロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与する手段と、を含むことを特徴とする情報処理システムにより達成される（請求項1）。

15 本発明によれば、パケット伝送路に、並列的に、パケットを送出し、それぞれのPMMにおいて、他のPMMの値リストの順位を考慮した上で、自分自身の掌握するローカルな値リストの項目値の順位を決定することができる。したがって、それぞれのPMMにおいて、グローバルな表形式データとして、自己が掌握する部分集合の位置ないし順位を適切に把握することができる。こ  
20 のように位置ないし順位を把握しておくことで、後述する検索、クロス集計およびソートの処理が円滑に実現することができる。

また、本発明の目的は、それぞれ、メモリ、インターフェース、および、制御装置を有する、複数のメモリモジュールと、隣接するメモリモジュールのインターフェース間を接続するパケット伝送路と、を備え、

25 前記メモリモジュールの各々のメモリが、

各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列

の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成されるように構成された情報処理システムであって、

5 各メモリモジュールの制御装置が、前記ポインタ配列のうち、グローバルな情報ブロックの部分集合として、自己の掌握する情報ブロックが、どの位置を占めるかを示すオフセット値を保持するオフセット値記憶手段と、

前記オフセット値に基づき、グローバルな情報ブロックにおけるグローバル順序集合配列を生成するグローバル順序集合配列生成手段と、

10 隣接するメモリモジュールの間で、前記伝送路を利用して、自己の、ある項目の値リストをパケット化して送信するパケット送信手段と、

前記パケット送信手段によるパケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された値リストを受信するパケット受信手段と、

15 受信したそれぞれの値リストを参照して、自己の、当該項目の値リスト中の項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、当該項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を、当該項目に関する、グローバル値番号配列に収容する順序判定手段と、を含むことを特徴とする情報処理システムにより達成される（請求項2）。

20 好ましい実施態様においては、前記順序判定手段が、判定されたそれぞれの、前記相対的な順位と、もとの順位との差異の総和を、もとの順位に加えることにより、前記グローバルな情報ブロックにおける順位を算出するように構成されている（請求項3）。

25 より好ましい実施態様においては、前記順序判定手段が、送信したパケットおよび受理したパケットを比較し、重複する値を削除する（請求項4）。

別の好ましい実施態様においては、各メモリモジュールの制御装置が、検索すべき項目について、当該項目の値リストと同じサイズのフラグ配列を生成し、検索条件に合致する項目値に対応するフラグ配列中に特定の値を付与する

フラグ配列セットアップ手段と、

前記検索すべき項目に関して、順序集合配列が示す位置に対応するポインタ配列中の値を特定し、その後、ポインタ配列中の値が示す位置に対応するフラグ配列中の値を特定することにより、当該順序集合配列中の値に対応するレコードが、

5 検索条件に合致するか否かを判定する検索条件判定手段と、

検索条件に合致する順序集合の値、および、対応するグローバル順序集合の値を、それぞれ、第2の順序集合配列および第2のグローバル順序集合配列に収容するローカル検索手段と、を含み、

前記パケット送信手段が、前記伝送路を利用して、前記第2のグローバル順序集合配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受信手段が、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル順序集合配列を受信し、さらに、

受信したそれぞれの第2のグローバル順序集合配列を参照して、自己の、グローバル順序集合配列中の値の、グローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、  
15 当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第3のグローバル順序集合配列に収容する第2の順序判定手段を含み、

前記第3のグローバル順序集合配列の値によって、検索条件に合致するレコードの順位が規定される（請求項5）。

また、別の好ましい実施態様においては、各メモリモジュールの制御装置が、  
20 集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じたサイズの論理座標配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記論理座標配列の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得するカウントアップ手段を備え、

25 前記パケット送信手段が、前記カウントアップ手段によるカウントアップがなされた論理座標配列を、前記伝送路を利用して、パケット化して送信し、各メモリモジュールにおいて、同一の論理座標配列のカウントアップおよび前記伝送路を利用した送信を、順次実行することにより、前記論理座標配列に、グローバル

な各項目の項目値の組ごとのレコード数が収容され、かつ、

各メモリモジュールにおいて、前記パケット受信手段およびパケット送信手段が、カウントアップが終了した論理座標配列の受理および記憶、並びに、前記伝送路を利用した送信を順次実行する（請求項6）。

5 より好ましい実施態様においては、前記カウントアップ手段が、集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じた多次元のカウントアップ配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記カウントアップ配列中の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得し、かつ、カウントアップ配列中の位置とのマッピングがされた論理座標配列中、当該カウントアップ配列中の値を、前記マッピングにしたがって配置するように構成されている（請求項7）。

また、別の好ましい実施態様においては、各メモリモジュールの制御装置が、ソートすべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズの存在数配列を生成し、値リスト中の項目値のそれぞれを指定する、前記順序集合配列の値の数を配置する存在数配列生成手段と、

前記存在数配列中の値を累計して、メモリモジュール内でソートされた際の、対応する項目値をもつレコードの先頭位置を示す累計数を算出し、当該累計数を累計数配列中に配置する累計数配列生成手段と、

20 第2のグローバル値番号配列、第4のグローバル順序集合配列および第3の順序集合配列を生成し、順序集合配列の値が示す項目値に対応する累計数配列中の累計数に基づき、前記第2のグローバル値番号配列中、前記累計数が示す位置に、前記項目値に対応するグローバル値番号を配置し、かつ、前記第3の順序集合配列、および、前記第4のグローバル順序集合配列中、前記累計数が示す位置に、前記順序集合配列の値、および、対応するグローバル順序集合配列の値を、それぞれ配置する、ローカルソート手段と、を含み、

前記パケット送信手段が、前記伝送路を利用して、少なくとも、第2のグローバル値番号配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受信手段が、並列

的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル値番号配列を受信し、さらに、

受信したそれぞれの第2のグローバル値番号配列を参照して、自己の、第2のグローバル値番号配列中の値の、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、

5 第5のグローバル順序集合配列に収容する第3の順序判定手段を含み、

前記第5のグローバル順序集合配列の値によって、ソートされたレコードの順位が規定される（請求項8）。

より好ましい実施態様においては、前記パケット送信手段が、第2のグローバル値番号配列の値および第4のグローバル順序集合配列の値を組とすることで、

10 前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受理手段は、他のメモリモジュールの、パケット化された、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列を受理し、

前記第3の順序判定手段が、自己の、第2のグローバル値番号配列の値と、他のメモリモジュールの第2のグローバル番号配列の値とが同一であるときに、それぞれの値の組をなす、第4のグローバル順序集合配列の値を比較することで、順位を判定する（請求項9）。

さらに別の好ましい実施態様においては、前記メモリモジュールの制御装置が、前記配列として利用するためのレジスタ群を有し、前記配列を利用した演算は、メモリをアクセスすることなく実行される（請求項10）。

上述した構成における各手段、たとえば、順序集合配列生成手段、順序判定手段、フラグ配列セットアップ手段、検査条件判定手段、ローカル検索手段などは、メモリモジュール中の制御装置により実現される。

また、本発明の目的は、項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれに保持する複数の情報処理ユニットと、前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に対

応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカルな順序を表す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、情報処理システムにおいて、

前記情報処理ユニットの各々が、前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカ

5   ルな順序を表す番号に基づいて、前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号を生成するステップと、

前記情報処理ユニットの各々が、前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信するステップと、

前記情報処理ユニットの各々が、前記パケット伝送路を介して前記他の情報処  
10   理ユニットからの値リストを受信するステップと、

前記情報処理ユニットの各々が、前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記ローカルな情報ブロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与するステップと、を含むことを特徴とする情報処理方法によっても達成され  
15   る（請求項 11）。

さらに、本発明の目的は、それぞれ、メモリ、インターフェース、および、制御装置を有する、複数のメモリモジュールと、隣接するメモリモジュールのインターフェース間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記メモリモジュールの各々のメモリが、各々が項目と当該項目に属する項目  
20   値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するため、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが  
25   形成されるように構成された情報処理システムにおいて、

各メモリモジュールにおいて、前記ポインタ配列のうち、グローバルな情報ブロックの部分集合として、自己の掌握する情報ブロックが、どの位置を占めるかを示すオフセット値を保持するオフセット値記憶ステップと、

前記オフセット値に基づき、グローバルな情報ブロックにおけるグローバル順序集合配列を生成するグローバル順序集合配列生成ステップと、

隣接するメモリモジュールの間で、前記伝送路を利用して、自己の、ある項目の値リストをパケット化して送信するパケット送信ステップと、

5 前記パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された値リストを受信するパケット受信ステップと、

受信したそれぞれの値リストを参照して、自己の、当該項目の値リスト中の項目値の、当該項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を、当該項目に関する、グローバル値番号配列に収容する順序判定ステップと、を含むこと  
10 を特徴とする情報処理方法によっても達成される（請求項12）。

好ましい実施態様においては、前記順序判定ステップが、判定されたそれぞれの、前記相対的な順位と、もとの順位との差異の総和を、もとの順位に加えることにより、前記グローバルな情報ブロックにおける順位を算出するステップを含む（請求項12）。

15 好ましい実施態様においては、前記順序判定ステップが、判定されたそれぞれの、前記相対的な順位と、もとの順位との差異の総和を、もとの順位に加えることにより、前記グローバルな情報ブロックにおける順位を算出するステップを含む（請求項13）。

20 より好ましい実施態様においては、前記順序判定ステップにおいて、送信したパケットおよび受理したパケットを比較し、重複する値を削除する（請求項14）。

また、別の好ましい実施態様においては、各メモリモジュールにおいて、検索すべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズのフラグ配列を生成し、検索条件に合致する項目値に対応するフラグ配列中に特定の値を付与する  
25 フラグ配列セットアップステップと、

前記検索すべき項目に関して、順序集合配列が示す位置に対応するポインタ配列中の値を特定し、その後、ポインタ配列中の値が示す位置に対応するフラグ配列中の値を特定することにより、当該順序集合配列中の値に対応するレコードが、

検索条件に合致するか否かを判定する検索条件判定ステップと、

検索条件に合致する順序集合の値、および、対応するグローバル順序集合の値を、それぞれ、第2の順序集合配列および第2のグローバル順序集合配列に収容するローカル検索ステップと、

5 前記伝送路を利用して、前記第2のグローバル順序集合配列をパケット化して送信する第2のパケット送信ステップと、

前記パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル順序集合配列を受信する第2のパケット受信ステップと、

10 受信したそれぞれの第2のグローバル順序集合配列を参照して、自己の、グローバル順序集合配列中の値の、グローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第3のグローバル順序集合配列に収容する第2の順序判定ステップと、を含み、

前記第3のグローバル順序集合配列の値によって、検索条件に合致するレコードの順位が規定される（請求項15）。

また、別の好ましい実施態様においては、各メモリモジュールにおいて、集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じたサイズの論理座標配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポイント配列中の値の組に対応する、前記論理座標配列の値をカウントアップすることに

20 より、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得するカウントアップステップと、

カウントアップがなされた論理座標配列を、前記伝送路を利用して、パケット化して送信する第3のパケット送信ステップと、を含み、

各メモリモジュールにおいて、同一の論理座標配列に対するカウントアップステップ、および、一方の伝送路を利用した送信ステップを、順次実行することにより、前記論理座標配列に、グローバルな各項目の項目値の組ごとのレコード数が収容され、さらに、

各メモリモジュールにおいて、カウントアップが終了した論理座標配列を受理

## 12

および記憶する第3のパケット受理ステップと、

受理した論理座標配列を、前記伝送路を利用して送信する第4のパケット送信ステップと、を含む（請求項16）。

より好ましい実施態様においては、前記カウントアップステップにおいて、

5 集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じた多次元のカウントアップ配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記カウントアップ配列中の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得し、かつ、カウントアップ配列中の位置とのマッピングがされた論理座標配列中、当該カウントアップ配列中の値を、前記マッピングにしたがって配置する（請求項17）。

また、別的好ましい実施態様においては、各メモリモジュールにおいて、

ソートすべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズの存在数配列を生成し、値リスト中の項目値のそれぞれを指定する、前記順序集合配列の値の数を配置する存在数配列生成ステップと、

15 前記存在数配列中の値を累計して、メモリモジュール内でソートされた際の、対応する項目値をもつレコードの先頭位置を示す累計数を算出し、当該累計数を累計数配列中に配置する累計数配列生成ステップと、

第2のグローバル値番号配列、第4のグローバル順序集合配列および第3の順序集合配列を生成し、順序集合配列の値が示す項目値に対応する累計数配列中の累計数に基づき、前記第2のグローバル値番号配列中、前記累計数が示す位置に、前記項目値に対応するグローバル値番号を配置し、かつ、前記第3の順序集合配列、および、前記第4のグローバル順序集合配列中、前記累計数が示す位置に、前記順序集合配列の値、および、対応するグローバル順序集合配列の値を、それぞれ配置する、ローカルソートステップと、

25 前記伝送路を利用して、少なくとも、第2のグローバル値番号配列をパケット化して送信する第5のパケット送信ステップと、

パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル値番号配列を受信する第4のパケット受信ス

ステップと、

受信した第2のグローバル値番号配列を参照して、自己の、第2のグローバル値番号配列中の値の、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第5のグローバル順序集合配列に収容する第3の順序判定ステップと、を含み、

5 前記第5のグローバル順序集合配列の値によって、ソートされたレコードの順位が規定される（請求項18）。

より好ましい実施態様においては、前記第5のパケット送信ステップにおいて、第2のグローバル値番号配列の値および第4のグローバル順序集合配列の値を組とすることで、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順  
10 序集合配列をパケット化して送信し、

前記第4のパケット受理ステップにおいて、他のメモリモジュールの、パケット化された、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列を受理し、

前記第3の順序判定ステップにおいて、自己の、第2のグローバル値番号配列  
15 の値と、他のメモリモジュールの第2のグローバル番号配列の値とが同一であるときに、それぞれの値の組をなす、第4のグローバル順序集合配列の値を比較することで、順位を判定する（請求項19）。

また、本発明の目的は、項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれ  
20 に保持する複数の情報処理ユニットと、前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカルな順序を表  
25 す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、情報処理システムにおいて、

前記情報処理ユニットの各々に、

前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカルな順序を表す番号に基づいて、  
前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号を生

成する機能と、

前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信する機能と、

5 前記パケット伝送路を介して前記他の情報処理ユニットからの値リストを受信する機能と、

前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記ローカルな情報プロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与する機能と、を実現させるためのプログラムによっても達成される（請求項 20）。

10 また、本発明の目的は、それぞれ、メモリおよび制御装置を有する複数の情報処理ユニットを備え、

前記情報処理ユニットの各々のメモリが、各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを保持し、各メモリモジュールが保持する表形式データの集合体により、グローバルな表形式データが形成されるような情報処理システムであって、

前記各情報処理ユニットが、

前記グローバルな表形式データにおける各レコードの順位を示す値を収容するグローバル順序集合配列と、

20 制御装置により受理された順位を指定する命令にしたがって、前記グローバル順序集合配列中の値を特定し、その値が示すレコードを取り出すレコード取り出し手段と、を含むことを備えたことを特徴とする情報処理システムによっても達成される（請求項 21）。

本発明によれば、PMM、パーソナルコンピュータ、サーバなどを含む情報処理ユニットにローカルな表形式データを分掌把握させ、ローカルな検索や集計を情報処理ユニット単独で実行させることもでき、かつ、グローバル順序集合配列を備えることにより、グローバルな表形式データの検索などを実現することも可能となる。なお、单一のパーソナルコンピュータやサーバが单一の情報処理ユニットに対応しても良いし、单一のパーソナルコンピュータやサーバ

に、複数の情報処理ユニットが含まれるような構成を採用しても良い。

好ましい実施態様においては、前記情報処理ユニットが、当該情報処理ユニット内でのソート順を反映するため、レコードを特定する値が入れ替えられた他の順序集合配列を有し、

5 前記グローバル順序集合配列において、他の順序集合配列中の値が示すレコードの、前記グローバルな表形式データにおけるソート順を示すように、その順位を示す値を再配置する（請求項 22）。このグローバル順序集合配列に再配置された値は昇順となる。

また、別の好ましい実施態様においては、前記情報処理ユニットが、前記グローバル順序集合配列において、前記情報処理ユニット内でソートされたレコードの、前記グローバルな表形式データにおけるソート順を示すように、その順位を示す値を再配置する（請求項 23）。

この態様においても、グローバル順序集合配列に再配置された値は昇順となる。このように、本発明は、レコードを特定する値をソートして、これを他の順序集合配列に収容したような形態にも適用でき、また、レコード自体をソートにより並べ替えるような形態にも適用できる。

さらに別の好ましい実施態様においては、前記情報処理ユニットの各々のメモリが、

各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成される（請求項 24）。

25 また、本発明の目的は、それぞれ、メモリおよび制御装置を有する複数の情報処理ユニットを備え、

前記情報処理ユニットの各々のメモリが、

各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される

## 16

表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体  
5 により、グローバルな情報ブロックが形成されるような情報処理システムであつて、

前記情報処理ユニットが、

グローバルな情報ブロックにおける項目値の順位を示す値を収容するグローバル値番号配列と、

10 制御装置により受理された順位を指定する命令にしたがつて、前記グローバル値番号配列中の値を特定し、その値が示す、値リスト中の項目値を取り出す項目値取り出し手段と、を含むことを特徴とする情報処理システムによっても達成される（請求項 25）

15 なお、本明細書において、種々の配列中に収容される数値を、「要素」や「値」と称するが、これらは表現上の相違にすぎず、本質的な相違は無い。たとえば、「値リスト」に収容されるものは、「項目値」とも表現するが、これも値リスト中の「要素」であることは明らかである。

#### 図面の簡単な説明

20 本発明の目的および他の目的は、添付図面とともに実施例を参照することにより、さらに明らかになるであろう。ここに、

図 1 は、本発明の実施の形態にかかる情報処理システムの概略を示すプロックダイヤグラムである。

図 2 は、本発明の実施の形態にかかる P MM の構造の一例を示す図である。

図 3 は、表形式データの一例を示す図である。

25 図 4 は、本実施の形態において、表形式データを保持する構造の原理を説明するための図である。

図 5 は、本実施の形態において、各 P MM にて分掌把握される配列およびその値を説明する図である。

図6は、初期的にPMM-0～4の各々にてそれぞれ分掌される表形式データの例を示す図である。

図7は、初期的にPMM-0～4の各々にてそれぞれ分掌される表形式データの例を示す図である。

5 図8は、本実施の形態にかかるコンパイル処理を概略的に示すフローチャートである

図9は、図6～図7に示す例でのグローバル順序集合配列 G0rdへの値の配置を示す図である。

10 図10は、本実施の形態にかかるコンパイル処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図11は、本実施の形態にかかるコンパイル処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図12は、本実施の形態にかかるコンパイル処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

15 図13は、本実施の形態にかかるコンパイル処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図14Aおよび図14Bは、それぞれ、本実施の形態にかかるコンパイル処理における、パケット送出および受理の際にPMMにて実行される処理を示すフローチャートである。

20 図15Aおよび図15Bは、それぞれ、本実施の形態にかかるコンパイル処理における、パケット受理の際にPMMにて実行される処理を示すフローチャートである。

図16は、本実施の形態にかかる検索処理の部分を概略的に示すフローチャートである。

25 図17は、各PMMにおいて、値がセットアップされたフラグ配列および領域として新たなグローバル順序集合配列および順序集合配列が生成された状態の一例を示す図である。

図18は、各PMMにおいて、図16の処理が実行され、ローカルにかつ並

列的に、新たなグローバル順序集合配列  $G0rd'$  および順序集合配列  $0rdSet'$  に値が配置される状態の例を示す図である。

図 19 は、配列中、不要な領域を削除した状態を示す図である。

図 20 は、本実施の形態にかかる検索処理において、パケット传送に先立つ 5 実行される処理を示すフローチャートである。

図 21 は、本実施の形態にかかる検索処理におけるパケット传送の例を示す 図である。

図 22A および図 22B は、それぞれ、本実施の形態にかかる検索処理における、パケット送出および受理の際に PMM にて実行される処理を示すフロー 10 チャートである。

図 23 は、本実施の形態にかかる検索処理におけるパケット传送の例を示す 図である。

図 24 は、本実施の形態にかかる検索処理における、パケット受理の際に PMM にて実行される処理を示すフローチャートである。

15 図 25 は、本実施の形態にかかる検索処理におけるパケット传送の例を示す 図である。

図 26 は、本実施の形態にかかる検索処理の結果得られた新たな配列である。

図 27 は、本実施の形態にかかるクロス集計処理の部分を概略的に示すフロ 20 チャートである。

図 28 は、クロス集計すべき項目に関して、各 PMM において、項目の値リスト  $VL$  のサイズを乗じたサイズの領域が作られ、それぞれに初期値「0」が 25 与えられた状態を示す図である。

図 29 は、クロス集計処理における、各 PMM のカウントアップの一例を示す図である。

図 30 は、それぞれの PMM において、グローバル領域の値を特定するため 25 に、グローバル値番号配列  $GVN0$  の値を利用した状態を示す図である。

図 31A および図 31B は、それぞれ、本実施の形態にかかるクロス集計処理における、パケット送出および受理の際に PMM にて実行される処理を示す

フローチャートである。

図32は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図33は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例5を示す図である。

図34は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図35は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

10 図36は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図37は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

15 図38は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である。

図39は、本実施の形態にかかるクロス集計処理におけるパケット伝送の例を示す図である

図40は、本実施の形態にかかるクロス集計処理による集計結果を示す図である。

20 図41は、本実施の形態にかかるソート処理の部分を概略的に示すフローチャートである。

図42は、ソートすべき項目について、各PMMにおいて、項目の値リストVLと同一のサイズを有する領域が作られ、それぞれに初期値「0」が与えられた状態を示す図である

25 図43は、各PMMにおけるカウントアップの一例を示す図である。

図44は、本実施の形態にかかるソート処理の部分（累計数配列の生成）を概略的に示すフローチャートである。

図45は、本実施の形態にかかる累計数配列の例を示す図である。

図46は、本実施の形態にかかる、各PMMにて実行されるローカルなソート処理を示すフローチャートである。

図47は、各PMMにおいてローカルなソート処理が実行されている状態の例を示す図である。

5 図48は、各PMMにおいてローカルなソート処理が実行されている状態の例を示す図である。

図49は、本実施の形態にかかるソート処理における、パケット送出の際にPMMにて実行される処理を示すフローチャートである。

10 図50は、本実施の形態において、各PMMにおいて、初期値が配置された配列G0rd'が作られた状態を示す図である。

図51は、本実施の形態にかかるソート処理におけるパケット传送の例を示す図である。

15 図52Aおよび図52Bは、それぞれ、本実施の形態にかかるソート処理における、パケット送出およびパケット受理の際にPMMにて実行される処理を示すフローチャートである。

図53は、本実施の形態にかかるソート処理におけるパケット传送の例を示す図である。

図54は、本実施の形態にかかるソート処理におけるパケット传送の例を示す図である。

20 図55は、本実施の形態にかかるソート処理における、パケット受理の際にPMMにて実行される処理を示すフローチャートである。

図56は、本実施の形態にかかるソート処理によるソート結果を示す図である。

25 図57は、本実施の形態にかかるソート処理により得られた、項目「年齢」でソートされた表形式データの例を示す図である。

図58Aおよび図58Bは、表形式データのソートを、アドレス情報の再配置にて表現した例を示す図である。

図59は、図58A、Bに示す表形式データを、グローバル順序集合配列無

## 21

しに、各PMMにて分掌把握した例を示す図である。

図60は、図58A、Bに示す表形式データを、グローバル順序集合配列を利用して、各PMMにて分掌把握した例を示す図である。

図61は、各PMMにて集計結果を取得した状態を示す図である。

## 5 発明の好ましい実施例の説明

## [ハードウェア構成]

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態につき説明を加える。図1は、本発明の実施の形態にかかる情報処理システムの概略を示すブロックダイヤグラムである。図1に示すように、この実施の形態においては、複数のプロセッサ付きメモリモジュール（以下、「PMM」と称する）12-0、12-1、12-2、…がリング状に配置され、隣接するメモリモジュール間を、時計回りにデータを伝達する第1のバス（たとえば、符号14-0、14-1参照）、および、反時計回りにデータを伝達する第2のバス（たとえば、符号16-0、16-1参照）が接続している。第1のバスおよび第2のバスでは、PMM間のパケット通信が実行される。本実施の形態において、このパケット通信が実行される伝送路（パケット伝送路）を、第1のバスおよび第2のバスと称する。

図2は、PMM12の構造の一例を示す図である。図2に示すように、PMM12は、命令にしたがったメモリのアクセス、演算の実行などを制御する制御回路20と、バスインターフェース（I/F）22と、メモリ24とを備えている。

メモリ24は、複数のバンクBANK0、1、…、n（符号26-0、…、n）を有し、それぞれに、後述する所定の配列を記憶できるようになっている。

25 また、制御回路20は、外部の他のコンピュータ等とのデータ授受が可能である。また、他のコンピュータが、バスアービトレーションにより、メモリの所望のバンクにアクセスできるようにしても良い。

## [データの記憶構造]

図3は、表形式データの一例を示す図である。このように、表形式のデータでは、レコードごとに種々の項目（この例では、「性別」、「年齢」、「身長」および「体重」）に値が与えられている。本実施の形態にかかる情報処理装置では、これら表形式データを、原理的には、図4に示すようなデータ形式5に基づいて保持する。

図4に示すように、順序集合の配列 OrdSet には、順序番号ごとにレコード番号が値として配置される。この例では、すべてのレコードが表されるため、順序番号とレコード番号とは一致する。

たとえば、性別に関しては、実際の項目値である「男」或いは「女」という10 値が、所定の順序にてソートされた値リスト VL と、順序集合の配列 OrdSet 中の要素（レコード番号）のそれぞれに対応して、当該レコード番号が指示する値リスト中の番号が格納された、値リストへのポインタ配列 VNo とにより、表形式データを表す。この値リスト VL およびポインタ配列 VNo の組み合わせを15 「情報ブロック」とも称する（性別に関する情報ブロックは符号401に対応する）。

順序集合の配列 OrdSet 中の要素（レコード番号）が指示する位置にある、ポインタ配列 VNo 中の値を特定し、さらに、その値が指示する位置にある値リスト VL 中の項目値を取り出すことにより、レコード番号に対応する項目値を20 取得することができる。他の項目の情報ブロックについても同様の構造である。

単一のコンピュータが、単一のメモリ（物理的には複数であっても良いが、单一のアドレス空間に配置されアクセスされるという意味で単一のメモリ）であれば、当該メモリに、順序集合の配列 OrdSet、各情報ブロックを構成する値リスト VL およびポインタ配列 VNo とを記憶しておけばよい。しかしながら、大量のレコードを保持するためには、その大きさにともなってメモリ容量も25 大きくなるため、これらを分散配置できるのが望ましい。また、処理の並列化の観点からも、分散配置された情報を分掌把握できるのが望ましい。

そこで、本実施の形態においては、複数のPMMが、重なることなくレコードのデータを分掌把握し、PMM同士のパケット通信により、高速な検索、ク

ロス集計、検索を実現している。

#### [コンパイル処理]

まず、複数のPMMにデータを分散配置し、かつ、これらを利用可能にするための処理（コンパイル処理）について説明する。たとえば、図5に示すように、5 4つのPMM（PMM-0～PMM-3）に、所定のレコード数のデータを収容することを考える。この例では、レコード番号0～2に関する一連のデータ、レコード番号3、4に関する一連のデータ、レコード番号5～7に関する一連のデータ、および、レコード番号8、9に関する一連のデータを、それぞれ記憶することとした。各PMMにおいても、上記表形式データの部分は、10 情報ブロックの形式で記憶される。

図6および図7は、初期的にPMM-0～4の各々にてそれぞれ分掌される表形式データの例を示す図である。これらの図から、各PMMには、項目ごとの情報ブロックの部分集合などが収容される。たとえば、図6において、項目「性別」の情報ブロック601では、もとのポインタ配列VN0（図4参照）の15 部分集合VN0（これも「ポインタ配列」と称する。）と、もとの値リストVL（図4参照）の部分集合VL（これも「値リスト」と称する。）とが含まれる。

ポインタ配列VN0の要素の数は、PMMが分掌するレコードの数に一致する。これに対して、値リストVLは、ポインタ配列VN0が示す値のみが抽出される。項目「性別」については、ポインタ配列VN0の値が、値リストVL全ての要素20（項目値）を指し示しているため、値リストVLと、もとの値リストVLとは一致する。その一方、項目「年齢」、「身長」および「体重」については、もとの値リストVLから、ポインタ配列中の要素が指し示す値のみが、もとの値リストVLの部分集合として取り出されることが理解できるであろう。

さらに、分掌される情報ブロックにおいては、各PMMにおいて、ポインタ配列VN0の要素により適切に値リストVLの要素（項目値）が指し示されるように、つまり、PMM内のローカルな処理（ポインタ値の指定や項目値の指定）においても整合性が保たれるように、その要素は、対応するもとのポインタ配列VN0の要素から変換されている。

前述したように、分掌される情報ブロックにおいては、値リスト VL において、当該分掌された情報ブロックにおいて必要な要素（項目値）のみを保持している。よって、ポインタ配列 VNo および値リスト VL によって、ローカルな処理の整合性は保たれる。しかしながら、PMM間での処理の整合性を保つため、各PMMにて分掌される値リスト VL の要素（項目値）の、値リスト全体における位置づけ、つまり、各項目値が、値リスト全体において、所定の順序のもと何番目であるかを把握する必要がある。そこで、本実施の形態では、分掌される各情報ブロックにおいて、グローバル値番号配列 GVNo を配置し、項目値に対応する値の位置を示す番号を収容できるようにしている。

各PMMには、上記情報ブロックの部分集合を分掌するためのオフセット値 (OFFSET) が割り当てられる。このオフセット値 OFFSET は、PMMが分掌するレコードに関するもとの順序集合 OrdSet における先頭の値に対応する。

また、各PMMにおいては、ローカルな処理における整合性をたもつため、新たな順序集合 OrdSet が作られる。順序集合 OrdSet の要素の数は、PMMが分掌するレコード数と一致する。その一方、PMM間での処理の整合性を保つため、各PMMが分掌するレコードが、全体の中ではどういった番号（順序集合の要素）を持っているかを把握しておく必要がある。このため、全体における各レコードの番号を収容したグローバル順序集合配列 G0rd を設けている。

図8は、本実施の形態にかかるコンパイル処理を概略的に示すフローチャートである。図8に示すように、まず、各PMMに、図6～図7に示す初期的な情報ブロックが生成される（ステップ801）。これは、たとえば、外部の他のコンピュータから、PMMに、それぞれが分掌すべき、順序集合 OrdSet、各情報ブロックを構成するポインタ配列 VNo、値リスト VL、および、オフセット値 OFFSET が与えられることにより実現できる。これら配列は、各PMM内のメモリ24に記憶される。

ステップ802以降は、各PMMにおけるローカルな処理およびPMM間のパケット通信にかかる処理に移行する。各PMMの制御回路20は、オフセット値を参照して、グローバル順序集合配列 G0rd 中に配置するそれぞれの値を

算出し、配列中に値を配置する（ステップ 802）。図 9 は、図 6～図 7 に示す例でのグローバル順序集合配列 G0rd への値の配置を示す図である。ここでは、順序集合の値にオフセット値 OFFSET を加えたものを、グローバル順序集合配列 G0rd の対応する位置に配置すればよい。ステップ 802 は、各 PMM におけるローカルな処理で実現できる。

次いで、グローバル値リスト番号配列 GVNo の値が決定される（ステップ 803）。より詳細には、まず、各 PMMにおいて、グローバル値番号配列の各々の要素として、昇順で初期値が与えられる（ステップ 811）。図 10、図 11 に示すように、たとえば、3 つの要素を有する PMM-0 では、先頭から昇順で、0、1 および 2 の値が初期値となる（符号 1001 参照）。他の PMM（PMM-1～3）についても、並列的にグローバル値リスト番号配列 GVNo の初期値が設定される（符号 1011、1101、1111 参照）。

次いで、隣接する PMM 間で対を形成し、対を形成する一方の PMM が、当該対となった PMM 間を接続する一方のバス（たとえば、第 1 のバス 14）を利用して、自己の値リスト VL に含まれる一連の要素（項目値）をパケット化して送出し、その一方、他方の PMM が、他方のバス（たとえば、第 2 のバス 16）を利用して、自己の値リスト VL に含まれる一連の要素（項目値）をパケット化して送出する（ステップ 812）。図 10 の例では、PMM-0 から PMM-1 宛てに、パケット [18, 21, 24] が送出され、PMM-1 から PMM-0 宛てに、パケット [16, 28] が送出される。また、図 11 の例では、PMM-2、PMM-3 から、パケット [16, 20, 33]、[18, 24] がそれぞれ送出される。

各 PMM は、受理したパケットを参照して、パケット中の値（他の PMM の項目値）と自己の値リスト VL 中の項目値とを比較し、当該他の PMM の項目値を考慮した相対的な値の位置（順位）を特定する（ステップ 813）。この位置（順位）にしたがって、グローバル値番号配列 GVNo の値が更新される（ステップ 814）。なお、PMM は、更新とともに、自己の PMM、および、対をなす他の PMM の値リスト中の項目値の総数を、一時的に記憶しておく

(ステップ 815)。

図 10 の例において、PMM-0 は、パケット [16, 28] を受理し、自己の VL [18, 21, 24] と比較する。ここで、「16<18<21<24<28」であるため、グローバル値番号配列 GVNo の値が、それぞれ、「1」、「2」および「3」に更新される（符号 1021 参照）。その一方、PMM-1 は、パケット [18, 21, 24] を受理し、自己の VL [16, 28] と比較する。その結果、グローバル値番号配列 GVNo の値が、それぞれ、「0」および「4」に更新される（符号 1031 参照）。図 11 に示すように、PMM-2 および PMM-3 の間でも同様の処理が実行される。なお、PMM は、受理したパケットを次のタイミングでパケットが送られた方向に送出すればよい。このパケットは受け取り手がないため廃棄される。

次いで、先に形成された対の PMM を PMM 群として、隣接する PMM 群の対が形成され。なお、PMM 数が 2 のべき乗であれば、PMM 群の対を形成できるが、そうでない場合には、PMM 群の対を形成できない部分については、15 そのままにしておけばよい。たとえば、PMM の数が 3 であれば、PMM-0 および PMM-1 からなる PMM 群と、PMM-2 との対を形成すれば良い。

その後、一方の PMM 群における時計回りの方向の上流側の PMM から、時計回りでバス（第 1 のバス）上にパケットが送出される一方、他方の PMM 群における時計回り方向の下流側の PMM から、反時計回りでバス（第 2 のバス）上にパケットが送出される。図 10、図 11 に示した例に関しては、PMM-0 から時計回りで第 1 のバス上にパケットが送出されるとともに、PMM-3 から反時計回りで第 2 のバス上にパケットが送出される（図 12 参照）。

より詳細に、図 14A に示すように、当初パケットを送出する PMM は、ステップ 815 で記憶した項目値の数に基づき、値の個数が項目値の数に一致し、25 かつ、PMM 自身の値リスト VL の要素（項目値）を、対応するグローバル値番号配列 GVNo の値が示す位置に配置し、その一方、他の位置には NULL 値を配置したようなパケットを生成して（ステップ 1401～1403）、所定の方向に、次の PMM 宛で送出する（ステップ 1404）。

図12に示すように、たとえば、PMM-0においては、PMM-0およびPMM-1の対で、5つの項目値があることがわかっている。したがって、5つの値を持つパケット [-, 18, 21, 24, -] (ここに、「-」はNULL値を表す) が、時計回りに第1のバスを介してPMM-1に送出される。その一方、PMM-5においては、PMM-2およびPMM-3の対で、5つの項目値があることがわかっている。したがって、5つの値を持つパケット [-, 18, -, 24, -] が、反時計回りに第2のバスを介してPMM-2に送出される。

パケットの宛先として、当該パケットを受理したPMMは、自己のグローバル値番号配列 GVN<sub>0</sub> を参照して、パケット中のNULL値の所定の位置、つまり、グローバル値番号配列 GVN<sub>0</sub> の要素が示す位置に、対応する項目値を配置する (ステップ1411、1412)。その後、PMMは、パケットが流れてきた方向に沿って、次のPMMにパケットを送出する (ステップ1413)。

図12において、PMM-0からのパケットを受理したPMM-1は、パケット中、NULL値が配置された位置のうち、自己のグローバル値番号配列 GVN<sub>0</sub> の要素「0」および「4」が示す位置に、対応する値「16」および「28」をそれぞれ配置する。これにより、パケット [16, 18, 21, 24, 28] が、第1のバスを介して時計回りに送出される。また、PMM-3からのパケットを受理したPMM-2も、同様に、パケット [16, 18, 20, 24, 33] を、第2のバスを介して反時計回りに送出する。

上記例においては、一群のPMMが、2つのPMMにて構成されているが、一群のPMMが、3つ以上のPMMにて構成されている場合には、さらに、パケットを受理したPMMにおいて、図14Bに示す処理が実行される。

次に、一群のPMMと対をなす他のPMMの一群を構成するPMMによりパケットが受理された際に実行される処理について説明する。

図15Aに示すように、他のPMMの一群を構成するPMMが、パケットを受理すると (ステップ1501)、当該PMMは、自己が送出したパケットと、受理したパケットとを比較して (ステップ1502)、受理したパケット中、自己が送出したパケットと同一の項目値、つまり、重複する項目値があれば、

これを消去する（ステップ1503）。次いで、PMMは、重複する項目値が消去されたパケットを参照して、パケット中の値（他のPMMの一群の項目値）と自己の値リスト中の項目値とを比較し、他のPMMの一群の項目値を考慮した相対的な値の位置（順位）を特定する（ステップ1504）。この位置（順位）にしたがって、グローバル値番号配列GVNoの値が更新される（ステップ1505）。

重複する項目値が消去された後のパケットは、受理した方向と同一の方向に、それぞれ、バスを介して、同一のPMMの一群を構成する隣接するPMMに送出される（ステップ1506）。

10 図13において、PMM-1は、反時計回りに、隣のPMM群を構成するPMMであるPMM-2から、パケット[16, 18, 20, 24, 33]を受理する。その一方、PMM-1は、時計回りに、PMM-2に対して、パケット[16, 28, 21, 24, 28]を送出している。そこで、PMM-1は、両者を比較して、受理したパケットのうち、「16」、「18」および「24」が重複しているため、  
15 これらを削除して、パケット[20, 33]に更新する（符号1300参照）。その上で、そのパケット中の項目値「20」、「33」を考慮して、「16<20<28<33」であることから、自己のグローバル値番号配列GVNo中、項目値「16」に対応する値「0」は変更されず、項目値「28」に対応する値「4」は「5」に更新される（符号1301参照）。また、パケット[20, 33]が、  
20 反時計回りにPMM-0宛てに送出される。

これに対して、PMM-2は、時計回りに、隣のPMM群を構成するPMMであるPMM-1から、パケット[16, 18, 21, 24, 28]を受理している。PMM-2においても、受理したパケットと、送出したパケットを比較して、受理したパケット中の値のうち、重複する値を削除して、パケット[21, 28]に更新する（符号1300参照）。次いで、PMM-2は、パケット中の項目値を考慮して、「16<20<21<28<33」であることから、自己のグローバル値番号配列GVNo中、項目値「16」および「20」にそれぞれ対応する値「0」、「2」を更新せず、その一方、項目値「33」に対応する値「4」を「6」に更新する（符

号1302参照）。また、パケット[21,28]が、時計回りにPMM-3宛てに送出される。

図15Bに示すように、同一のPMM群を構成するPMMからパケットを受理したPMMは（ステップ1511参照）、受理したパケット中の値と自己の値リストVL中の項目値との比較、および、自己の項目値の相対的な値の位置（順位）の特定（ステップ1512）、並びに、特定された位置（順位）に基づくグローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>の更新（ステップ1513）を実行する。また、パケットは、送られてきた方向と同一の方向に次のPMMに向けて送出される（ステップ1514）。なお、次のPMMが存在しなければ、そのパケットは廃棄される。その一方、次のPMMが存在すれば、当該PMMにおいて、ステップ1511～1513の処理が実行される。

図13において、符号1310には、送られてきたパケット[20,33]を考慮したグローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>の更新が示され、符号1313には、送られてきたパケット[21,28]を考慮したグローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>の更新が示されている。

このようにして、PMM間の処理の整合をはかるためのグローバル順序集合配列GOrdやグローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>が生成されることにより、コンパイル処理が完了する。なお、グローバル値番号配列については、項目ごとに処理が実行され、項目ごとのグローバル値番号配列が得られる。

コンパイル処理が終了すると、検索、クロス集計、ソートなどの処理を円滑かつ迅速に実行することができる。

#### [検索処理]

次に、検索処理について説明する。図16に示すように、まず、各PMMはて、検索対象となった項目について、値リストVLと同じサイズのフラグ配列を作成し（ステップ1601）、次いで、フラグ配列の値を合否条件でセットアップする（ステップ1602）。このセットアップに際して、検索条件に合致する項目値に対応するフラグ配列の値として「1」を設定し、それ以外のフラグ配列の値として「0」を設定する。

次いで、各PMMは、検索結果格納先領域である新たなグローバル順序集合配列  $G0rd'$  および  $OrdSet'$  とを生成する（ステップ1603）。図17は、各PMMにおいて、値がセットアップされたフラグ配列および領域として新たなグローバル順序集合配列および順序集合配列が生成された状態の一例を示す図である。この例では、「年齢」という項目について、「20歳以上24歳以下」のレコードを検索することとしている。したがって、各PMMにおいて、項目値が20以上24以下であるようなものに対応するフラグ配列の値が「1」となっている。

次に、合否判定実行される（ステップ1604）。この処理においては、順序集合配列  $OrdSet$  の値ごとに、値リストへのポインタ  $VNo$  の値（ポインタ値）が見出され、当該ポインタ値が示すフラグ配列の値を取得する（ステップ1611）。この値が「0」であれば（ステップ1612でノー（No））、なら処理を実行しない。その一方、フラグ配列の値が「1」であれば（ステップ1612でイエス（Yes））、新たなグローバル順序集合配列  $G0rd'$  および順序集合配列  $OrdSet'$  に、順次、処理に関連するグローバル順序集合配列  $G0rd$  および順序集合配列  $OrdSet$  の値が、それぞれ収容される（ステップ1613）。

順序集合配列の末尾の要素まで、ステップ1611～1613の処理が繰り返される（ステップ1614、1615参照）。上記図16の処理は、各PMMにおいてローカルに、かつ、並列的に実行される。図18は、各PMMにおいて、図16の処理が実行され、ローカルにかつ並列的に、新たなグローバル順序集合配列  $G0rd'$  および順序集合配列  $OrdSet'$  に値が配置される状態の例を示す。また、図19は、配列中、不要な領域を削除した状態を示す（符号1901～1904参照）。

上記処理の後、PMM間のパケット通信にかかる処理に移行する。まず、各PMMは、検索条件に合致するレコードのPMM全体における位置（順位）を格納するための新たなグローバル順序集合配列  $G0rd''$  を生成し（ステップ2001）、配列に昇順で初期値を格納しておく（ステップ2002）。この新たなグローバル順序配列集合  $G0rd''$  のサイズは、配列  $G0rd'$  や  $G0rd$  のサイズと

一致する。

次いで、隣接するPMM間で対を形成し、対を形成する一方のPMMが、当該対となったPMM間を接続する一方のバス（たとえば、第1のバス14）を利用して、先に図16に示す処理にて生成された配列G0rd'の要素をパケット化して、対をなす他のPMMに送出する（ステップ2003）。その一方、他のPMMも、同様に、対となったPMMを接続する他方のバス（たとえば、第2のバス16）を利用して、配列G0rd'の要素をパケット化して、対をなすPMMに送出する。

図21の例において、PMM-0からは、G0rd'に対応するパケット[1,2]がPMM-1宛てに送出され、PMM-1からは、G0rd'に対応するパケット[Φ]（空集合）が送出される。PMM-2とPMM-3との間でも、同様にパケットの授受が行なわれる。

パケットを受理すると、PMMは、受理したパケットを参照して、パケット中の値と、自己の配列G0rd'中の値とを比較し、他のPMMの配列G0rd'を考慮した値の位置（順位）を特定する。（ステップ2004）。この位置にしたがって、新たなグローバル順序集合配列G0rd'の値が更新される（ステップ2005）。これにより、対のPMMにおける項目値の順位が確定する。パケットは、それぞれ、受理した方向と同一の方向に送出されるが、ここでは受け取り手がないため廃棄される。なお、PMMは、自己のPMMおよび対をなす他のPMMにおける配列G0rd'の要素の総数を、一時的に記憶しておく（ステップ2006）。

図21の例では、PMM-0は、PMM-1から与えられたパケット（要素は空集合）を参照する。パケットの要素が空集合であるため、配列G0rd'の値は変化しない。PMM-1においても、そもそも配列の要素が空であるため、25 なんら処理は実行されない。

その一方、PMM-2は、PMM-3から与えられたパケット[8]を参照して、自己の配列G0rd'と比較する。ここに、「8>5」であるため、G0rd'の値は変化しない。その一方、PMM-3においては、受理したパケット

## 32

[5] と自己の  $G0rd'$  の値とが比較される。ここでは、「5<8」であるため、 $G0rd'$  の値が、「0」から「1」に更新される。

次いで、先に形成された対の PMM を PMM 群として、隣接する PMM 群の対が形成される。これについては、コンパイル処理の場合と同様である。その後、一方の PMM 群における時計回りの方向の上流側の PMM から、時計回りでバス（第 1 のバス）上にパケットが送出される一方、他方の PMM 群における時計回り方向の下流側の PMM から、反時計回りでバス（第 2 のバス）上にパケットが送出される。図 21においては、PMM-0 から時計回りで第 1 のバス上にパケットが送出されるとともに、PMM-3 から反時計回りで第 2 のバス上にパケットが送出される。

より詳細に、図 22A に示すように、当初パケットを送出する PMM は、ステップ 2005 で記憶した配列  $G0rd'$  の総数に基づき、値の個数が当該総数に一致し、かつ、PMM 自身の配列  $G0rd'$  の値を、対応する配列  $G0rd''$  の値が示す位置に配置し、その一方、他の位置には NULL 値を配置したようなパケットを生成して（ステップ 2201～2203）、所定の方向に、次の PMM 宛で送出する（ステップ 2204）。

図 23 に示すように、たとえば、PMM-0 においては、PMM-0 および PMM-1 の次いで、2 つの項目値があることがわかっている。したがって、2 つの値を持つパケット [1, 2] が、時計回りに第 1 のバスを介して PMM-1 に送出される。その一方、PMM-3 においては、PMM-2 および PMM-3 の次いで、2 つの項目値があることがわかっている。したがって、2 つの値を持つパケット [-, 8]（ここに、「-」は NULL 値を表す）が、反時計回りに第 2 のバスを介して PMM-2 に送出される。

パケットの宛先として、当該パケットを受理した PMM は、図 22B に示すように、自己の配列  $G0rd''$  を参照して、パケット中の NULL 値の所定の位置、つまり、配列  $G0rd'$  の値が示す位置に、対応する配列  $G0rd$  の値を配置する（ステップ 2211、2212）。その後、PMM は、パケットが流れてきた方向に沿って、次の PMM にパケットを送出する（ステップ 2213）。

図23において、PMM-0からのパケットを受理したPMM-1は、G0rd'に要素が存在しない（つまり、「空」である）ため、パケットをそのまま、第1のバスを介して時計回りに送出する。また、PMM-3からのパケットを受理したPMM-2は、パケットの所定の位置に、自己のG0rd'の要素を5配置し、パケット[5,8]を、第2のバスを介して反時計回りに送出する。

上記例においては、一群のPMMが、2つのPMMにて構成されているが、一群のPMMが、3つ以上のPMMにて構成されている場合には、さらに、パケットを受理したPMMにおいて、図22Bに示す処理が実行される。

次に、一群のPMMと対をなす他のPMMの一群を構成するPMMによりパ10ケットが受理された際に実行される処理について説明する。

図23に示すように、自己に宛てられたパケットを受理したPMMは（ステップ2401参照）、受理したパケット中の値と、自己の配列G0rd'中の値とを比較して、配列G0rd'中の値の相対的な位置（順位）を特定する（ステップ2402）。次いで、PMMは、特定された順位に基づいて、配列G0rd'を15更新する（ステップ2403）。その後、PMMは、パケットを、送られてきた方向と同一の方向に沿って、次のPMMに向けて送出する（ステップ2404）。なお、次のPMMが存在しなければ、そのパケットは廃棄される。その一方、次のPMMが存在すれば、当該PMMにおいて、ステップ2401～2404の処理が実行される。

図25の例において、PMM-2からのパケット[5,8]を受理したPMM-1は、自己の配列G0rd'に要素を持っていないため、パケットをそのまま同じ方向に沿って、PMMの0宛に送出する。また、PMM-1からのパケット[1,2]を受理したPMM-2は、上記パケットの値と、配列G0rd'の値とを比較する。ここでは、「1<2<5」であるため、G0rd'の値が、「0」から25「2」に更新される。さらに、パケットはPMM-3に送出される。

PMM-1からパケットを受理したPMM-0でも、受理したパケットと、自己のG0rd'の値とを比較する。ここでは、「1<2<5<8」であるため、G0rd'の値は変化しない。その一方、PMM-2からのパケットを受理した

PMM-3における受理したパケットと、自己の  $G0rd'$  の比較においては、「1<2<8」であるため、 $G0rd''$  の値は、「1」から「3」に更新される。

このような処理が並列的に実行されることにより、PMMの配列  $G0rd''$  の値が確定する。配列  $G0rd''$  の値は、検索により抽出されたレコードの、全体 5 における順位、つまり、グローバルな順位を表す。 $G0rd''$  を新たな  $G0rd$  とすれば、当該配列  $G0rd$  中の値にしたがって、順次レコードを取り出せば、所定の順序にしたがった検索結果を取得することが可能となる。

図26における各PMMの配列  $G0rd$  が、それぞれ、検索処理の結果得られた新たな配列である。この配列  $G0rd$  の値の小さな順に、対応する配列  $OrdSet$  10 の値、この値が示す値リスト  $VL$  の値を取り出せば、「年齢」という項目について「20歳以上24歳以下」のレコードが、レコード番号（順序集合）の順でリストされ得る。

#### [クロス集計処理]

次に、クロス集計処理について説明する。ここでも、コンパイル処理が終了 15 した状態から処理が開始される。図27に示すように、各PMMは、クロス集計をする項目に関する複数の値リスト  $VL$  のサイズを乗じたサイズのカウントアップ領域を生成する（ステップ2701）。次いで、この領域中の各値が「0」に初期化される（ステップ2702）。図28は、「性別」および「年齢」 20 という項目について、各PMMにおいて、（「性別」に関する値リスト  $VL$  のサイズ）×（「年齢」に関する値リスト  $VL$  のサイズ）というサイズを有する領域が作られ、それぞれに初期値「0」が与えられた状態を示す。

次いで、各PMMは、カウントアップ配列のそれぞれに対するカウントアップ処理を実行する（ステップ2703）。より詳細には、各PMMは、順序集合配列  $OrdSet$  の値を参照して、クロス集計すべき項目のそれぞれのポインタ配列  $VNo$  の値を特定する（ステップ2711）。次いで、クロス集計すべき複数のポインタ配列  $VNo$  の値にて特定される、前記領域中の位置の値がカウントアップされる（ステップ2712）。このような処理が、順序集合配列  $OrdSet$  の末尾まで繰り返される（ステップ2713、2714参照）。

図29は、各PMMにおけるカウントアップの一例を示す図である。たとえば、PMM-0において、順序集合配列 OrdSet の要素「0」が示す位置の、項目「性別」のポインタ配列 VNo の値は「1」、項目「年齢」のポインタ配列 VNo の値は「0」である。したがって、カウントアップ領域中の（性別、年齢） = (1, 0) で特定される領域の値が、「0」から「1」にカウントアップされる。他のPMMにおいても、同様の処理が実行されていることが理解できるであろう。

カウントアップが終了すると、以下の処理では、カウントアップ領域において、軸として実際の項目値の代わりに、各項目のグローバル値番号配列 GVNo の値をキーに設定される。つまり、グローバル値番号配列 GVNo の値を指定することにより、カウントアップ領域の値が特定されることになる。

図30は、それぞれのPMMにおいて、グローバル領域の値を特定するためには、グローバル値番号配列 GVNo の値を利用した状態を示す図である。実際には、このようなグローバル領域の項目として値を与えるような処理を実行するのではなく、以下の処理で、これら配列 GVNo が利用されるに過ぎない。

PMMにおいては、共通の論理座標配列を用いて、カウントアップ領域のそれぞれの値を合算する。より詳細には、図31Aに示すように、あるPMMが、論理座標配列のパケットを受理すると（ステップ3101）、集計にかかる複数の項目の配列 GVNo により特定されるカウントアップ領域の値を、論理座標配列中、上記複数の項目の配列 GVNo に割り当てられた位置の値に加える（ステップ3102）。なお、最初に論理座標配列を生成し、上記値を設定する処理を実行するPMMにおいては、論理座標配列の受理の代わりに、論理座標配列の生成および初期値の配置が実行される（ステップ3100参照）。

論理座標配列について説明する。論理座標配列は、論理座標の値とこれに対応するカウント値とから構成される。論理座標の値は、クロス集計の対象となつた項目の多次元の座標と一意的に対応付けられている。たとえば、項目「性別」と項目「年齢」とでクロス集計をする場合には、（項目「性別」に関する配列 GVNo の値、項目「年齢」に関する配列 GVNo の値）と、論理座標の値とが

## 36

一意的に対応付けられている。この対応付けは、予め各PMMに通知され、各PMMにて記憶されている。図32は、初期的に論理座標配列を生成したPMM-0における論理座標配列におけるカウントアップの例を示す図である。この例では、論理座標と、多次元の座標とが以下のように対応付けられている。

5 0 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「0」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「0」)  
1 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「0」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「1」)  
2 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「0」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「2」)  
3 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「0」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「3」)  
4 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「0」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「4」)

10 :

12 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「1」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「5」)  
13 = (項目「性別」のGVN<sub>0</sub>の値「1」, 項目「年齢」のGVN<sub>0</sub>の値「6」)

PMM-0は、座標(0,3)、(1,1)および(4,1)の値が「1」にセットされているため、論理座標が「3」、「8」および「11」に対応するカウントアップ領域の値を、それぞれ、セットされた値だけカウントアップする。

このような処理の後、PMMは、前記論理座標配列をパケット化し(ステップ3103)、隣接する所定のPMMに宛てて送出する(ステップ3104)。図32の例では、パケットが、PMM-1宛てに送出される。

受理したPMMは、同様に、図30の処理を実行して、先にパケットが送られた方向に沿って、隣接するPMM宛に、パケットを送出する。図32ないし図35は、それぞれ、PMM-1ないしPMM-3にて、順次実行される論理座標配列のカウントアップ処理を示す図である。

このようにして、各PMMに論理座標配列が与えられ、それぞれのカウントアップ領域の値に応じて、論理座標配列の値が確定する。最終のPMM(例では、PMM-3)からは、再度、初期的に論理座標配列を生成したPMMに、値が確定した論理座標配列のパケットが与えられる。図31Bに示すように、PMMが、再度、論理座標配列のパケットを受理すると(ステップ3111)、カウントアップ領域の値を、それぞれ、対応する論理座標配列中の値に更新す

る（ステップ3112）。つまり、図31Aの処理では、カウントアップ領域の値を論理座標配列中に書き込む形態であったが、図31Bの処理では、論理座標配列の値を、カウントアップ配列中に書き込む。ここでは、図31Aの処理と同様に、カウントアップ領域の各値を特定する座標と、論理座標配列との5 対応関係が利用される。

値の更新が終了すると、PMMは、パケットが送られてきた方向に沿って、隣接する所定のPMMに、当該パケットを送出する（ステップ3113）。図36ないし図37は、PMM-0ないしPMM-3において、それぞれ順次実行される、論理座標配列の値の取り込み処理（図35の処理）を示す図である。

10 このようにして、図40に示すように、各PMMにおいて、クロス集計の対象となった項目の多次元の座標ごと、当該項目の項目値の組み合わせに関する集計値を得ることができる。図40において、符号4001ないし4004は、それぞれ、PMM-0ないしPMM-3に関する集計結果を示すものである。これら集計結果の配列（カウントアップ領域）は、PMMのメモリに記憶され15 る。

#### [ソート処理]

次に、ソート処理について説明する。ここでも、コンパイル処理が終了した状態から処理が開始される。図41に示すように、各PMMは、ソートすべき項目に関する値リストVLと同一のサイズの、存在数配列の領域を生成し（ステップ4101）、領域中の各値に初期値「0」を与える（ステップ4102）。図42は、「年齢」という項目について、それぞれのPMMにおいて、値リストVLと同一のサイズを有する領域が作られ、それぞれに初期値「0」が与えられた状態を示す。

次いで、各PMMは、存在数配列のそれぞれに対するカウントアップ処理を25 実行する（ステップ4103）。より詳細には、各PMMは、順序集合配列OrdSetの値を参照して、ソートすべき項目のポインタ配列VN<sub>0</sub>の値を特定する（ステップ4111）。次いで、各PMMは、存在数配列中、当該ポインタ配列VN<sub>0</sub>の値に示される位置の値をカウントアップする（ステップ4112）。

このような処理が、順序集合配列 OrdSet の末尾まで繰り返される（ステップ 4113, 4114 参照）。

図 43 は、各 PMM におけるカウントアップの一例を示す図である。たとえば、PMM-0において、順序集合配列 OrdSet の要素「0」が示す位置の、  
5 年齢のポインタ配列 VNo の値は「0」である。したがって、存在数配列の「第 0 番目」の位置、つまり、先頭の位置にある値を、「0」から「1」にカウントアップする。他の PMM においても、同様の処理が実行されていることが理解できるであろう。

カウントアップ処理が終了すると、図 44 に示すように、各 PMM は、存在  
10 数配列の要素を累計して、当該存在数配列を累計数配列に変換する（ステップ 4401）。累計数配列の要素である累計数は、項目値を指示するレコードの数を示す存在数を考慮して、当該累計数が配置されている位置の項目値を指示するレコードの先頭の位置を示すようになっている。具体的には、各 PMM が、配列の位置を示すパラメータ「i」を初期化して（ステップ 4411）、パラ  
15 メータが示す存在数配列中の値を取り出し（ステップ 4412）、パラメータ「i」が示す位置より、後ろの位置、つまり、「i + 1」、「i + 2」、・・・の位置の存在数配列の値に、ステップ 4412 で取り出された値を、それぞれ加算する（ステップ 4413）。ステップ 4412、4413 に示す処理を、値リスト VL の要素（項目値）の個数だけ繰り返せばよい（ステ  
20 ップ 4414、4415 参照）。

このようにして、たとえば、図 45 に示すような累計数配列を得ることができる。さらに、各 PMM は、後に PMM 全体における順位を格納するための配列 GVNo、GOrd' および OrdSet' のための領域も作られる（ステップ 4402）。これら配列のサイズは、それぞれ、値リスト VL のサイズと一致する。

25 次に、各 PMM におけるローカルなソート処理が実行される。図 46 に示すように、各 PMM は、順序集合配列 OrdSet の値を取り出し（ステップ 4601）、次いで、ポインタ配列 VNo 中、配列 OrdSet の値が指示する位置の値（ポインタ値）を特定する（ステップ 4602）。その後、各 PMM は、ソ

トすべき項目のグローバル値番号配列  $GVNo$  中、ポインタ配列  $VNo$  の値が示す位置の値を取得する（ステップ 4603）。この値は、後述する値の格納処理に利用される。その一方、上記累計数配列においても、ポインタ配列  $VNo$  が示す位置の値が取得される（ステップ 4604）。この値は、後述する値の格納処理において、配列中の位置を指定するために利用される。

次に値の格納処理が実行される。各PMMは、先に生成した配列  $GVNo$  中、ステップ 4604 で取得された累計数配列の値が示す位置に、ステップ 4602 で取得された、ソートすべき項目に関する  $GVNo$  の値を配置する（ステップ 4605）。また、各PMMは、配列  $G0rd'$ 、 $0rdSet'$  中、ステップ 4604 で取得された累計数配列の値が示す位置に、グローバル順序集合配列  $G0rd$  および順序集合配列  $0rdSet$  の値を、それぞれ配置する（ステップ 4606）。次いで、処理に用いられた累計数配列の値がインクリメントされる（ステップ 4607）。

上記ステップ 4601～4607 の処理が、配列  $0rdSet$  中の全ての値について、順次実行される（ステップ 4608、4690 参照）。

図 47 および図 48 は、各PMMにおいてローカルなソート処理が実行されている状態の例を示す図である。たとえば、PMM-0 について、図 47 においては、配列  $0rdSet$  の値「0」の取り出し（ステップ 4601 参照）、当該  $0rdSet$  の値「0」が示す位置の、配列  $VNo$  の値「0」の特定（ステップ 4602 参照）、当該配列  $VNo$  の値「0」が示す位置の、配列  $GVNo$  の値「1」の取得（ステップ 4603）、および、配列  $VNo$  の値「0」が示す位置の、累計数配列の値「0」の取得（ステップ 4603）が実行されていることが理解できるであろう。また、累計数配列の取得の後、当該累計数配列の値が、「0」から「1」になっていることもわかる（ステップ 4607 参照）。

また、PMM-0 について、図 48 において、ステップ 4603 で取得された累計数配列の値の示す位置における、配列  $GVNo$ 、 $G0rd'$  および  $0rdSet'$  への、項目「年齢」に関する配列  $GVNo$  の値「1」、並びに、配列  $G0rd$  の値「0」および配列  $0rdSet$  の値「0」の配置（ステップ 4605、4606）

が示されていることが理解できるであろう。他のPMMについても、図47、48において、同様にステップ4601～4605に示す処理が実行されていることがわかる。

5 このような各PMMにおけるローカルなソート処理が終了すると、PMM間のパケット通信により、PMM全体のソート処理が実行される。図49に示すように、各PMMにおいて、PMM全体におけるソート順を格納するための配列  $G0rd'$  の領域が生成され（ステップ4901）、各配列において昇順で初期値が与えられる（ステップ4902）。これら処理により、図50に示すように、各PMMにおいて、初期値が配置された配列  $G0rd'$  が作られる。

10 次いで、隣接するPMM間で対を形成し、対を形成する一方のPMMが、当該ついになったPMM間を接続する一方のバス（たとえば、第1のバス14）を利用して、自己の有する配列  $GVN0$  および  $G0rd'$  の値の組をパケット化して送出する（ステップ4903）。同様に、他方のPMMも、他方のバス（たとえば、第2のバス16）を利用し、自己の有する配列  $GVN0$  および  $G0rd'$  の組をパケット化して送出する（ステップ4903）。

15 図51の例では、PMM-0からPMM-1宛てに、パケット  $[(1, 0), (3, 1), (4, 2)]$  が送出され、PMM-1からPMM-0宛てに、パケット  $[(0, 3), (5, 4)]$  が送出される。同様に、PMM-2からPMM-3宛てに、パケット  $[(0, 6), (2, 5), (6, 7)]$  が送出され、PMM-3からPMM-2宛てに、パケット  $[(1, 9), (4, 8)]$  が送出される。

20 パケットを受理したPMMは、受理したパケット中、対をなす他のPMMの配列  $GVN0$  の値と、自己の配列  $GVN0$  の値とを比較して、当該他のPMMの配列  $GVN0$  を考慮した、相対的な値の位置（順位）を特定する（ステップ4904）。この位置（順位）にしたがって、配列  $G0rd'$  の値が更新される（ステップ4905）。なお、PMMは、更新とともに、自己のPMM、および、対をなす他のPMMの配列  $GVN0$  中の値の総数を、一時的に記憶しておく（ステップ4906）。

25 図51の例において、PMM-0は、パケット  $[(0, 3), (5, 4)]$  を受理する。

## 41

このパケット中、配列 GVNo の値に相当する「0」、「5」と、自己の配列 GVNo の値「1」、「3」、「4」とが比較される。ここで、「0<1<3<4<5」であるため、配列 G0rd' の値は、それぞれ、「1」、「2」および「3」に更新される。その一方、PMM-1 は、パケット [(1, 0), (3, 1), (4, 2)] を受理する。このパ 5 ネット中、配列 GVNo の値に相当する「1」、「3」、「4」と、自己の配列 GVNo の値「0」、「5」とが比較される。ここでも、「0<1<3<4<5」であるため、配列 G0rd' の値が、それぞれ、「0」、「4」に変更される。PMM-2 および PMM-3 においても、同様の処理により、それぞれ G0rd' の値が更新される。なお、PMM は、受理したパケットを次のタイミングでパケットが送られ 10 た方向に送出すればよい。このパケットは受け取り手がないため廃棄される。

次いで、先に形成された対の PMM を PMM 群として、隣接する PMM 群の対が形成され。なお、PMM 数が 2 のべき乗であれば、PMM 群の対を形成できるが、そうでない場合には、PMM 群の対を形成できない部分については、そのままにしておけばよい。たとえば、PMM の数が 3 であれば、PMM-0 15 および PMM-1 からなる PMM 群と、PMM-2 との対を形成すれば良い。

その後、一方の PMM 群における時計回りの方向の上流側の PMM から、時計回りでバス（第 1 のバス）上にパケットが送出される一方、他方の PMM 群における時計回り方向の下流側の PMM から、反時計回りでバス（第 2 のバス）上にパケットが送出される。図 50、図 51 に示した例に関しては、PM 20 MM-0 から時計回りで第 1 のバス上にパケットが送出されるとともに、PMM-3 から反時計回りで第 2 のバス上にパケットが送出される（図 53 参照）。

より詳細には、図 52A に示すように、当初パケットを送出する PMM は、ステップ 4906 で記憶した PMM 群全体の配列 GVNo の値の総数に基づき、値の組の個数が、上記配列 GVNo の総数に一致し、かつ、PMM 自身の配列 25 GVNo の値および配列 G0rd' の値の組を、配列 G0rd' 中の対応する値が示す位置に配置し、その一方、他の位置には、NULL 値を配置したようなパケットを生成する（ステップ 5201～5203）。生成されたパケットは、所定の方向に、次の PMM 宛で送出される（ステップ 5204）。

## 42

図53に示すように、たとえば、PMM-0においては、PMM-0およびPMM-1の対で、配列GVN<sub>0</sub>に5つの値があることがわかっている。したがって、5つの値の組を持つパケット $[-, (1, 0), (3, 1), (4, 2), -]$ （ここに、「-」はNULL値を表す）が、時計回りに第1のバスを介してPMM-1に送出される。その一方、PMM-3においては、PMM-2およびPMM-3の対で、配列GVN<sub>0</sub>に5つの値があることがわかっている。したがって、5つの値を持つパケット $[-, (1, 9), -, (4, 8), -]$ が、反時計回りに第2のバスを介してPMM-2に送出される。

図52Bに示すように、パケットの宛先として、当該パケットを受理したPMMは、自己の配列G<sub>0</sub>rd'’を参照して、パケット中のNULL値の所定の位置、つまり、配列G<sub>0</sub>rd'’の値が示す位置に、対応する配列GVN<sub>0</sub>の値およびG<sub>0</sub>rd'’の値の組を配置する（ステップ5211、5212）。その後、PMMは、パケットが流れてきた方向に沿って、次のPMMにパケットを送出する（ステップ5213）。

図53において、PMM-0からのパケットを受理したPMM-1は、受理したパケット中、NULL値が配置された位置のうち、自己の配列G<sub>0</sub>rd'’の要素「0」および「4」が示す位置に、対応する値の組（0, 3）および（5, 4）をそれぞれ配置する。これにより、パケット $[(0, 3), (1, 0), (3, 1), (4, 2), (5, 4)]$ が、第1のバスを介して時計回りに送出される。また、PMM-3からのパケットを受理したPMM-2も、同様に、パケット $[(0, 6), (1, 9), (2, 5), (4, 8), (6, 7)]$ を、第2のバスを介して反時計回りに送出する。

次に、一群のPMMと対をなす他のPMMの一群を構成するPMMによりパケットが受理された際に実行される処理について説明する。

図55に示すように、他のPMMの一群を構成するPMMが、パケットを受理すると（ステップ5501）、受理したパケット中、GVN<sub>0</sub>に相当する値と、自己のGVN<sub>0</sub>の値を比較して、当該他のPMMの配列GVN<sub>0</sub>を考慮した、相対的な値の位置（順位）を特定する（ステップ5502）。この位置（順位）にしたがって、配列G<sub>0</sub>rd'’の値が更新される（ステップ5503）。次いで、P

## 43

MMは、パケットを、当該パケットが送られた方向に沿って、次の隣接するPMMに送出する（ステップ5504）。なお、ステップ5502において、GVNoの値が同一であった場合には、組となっている配列G0rd'の値が参照され、その値が小さいものが上位に配置される。

5 パケットを受理したPMMにおいては、順次、図55に示す処理が繰り返され、ソート順を示すグローバル順序集合G0rd'が完成する。処理が終了するのに際して、生成されたG0rd'をG0rdと読み替え、かつ、OrdSet'をOrdSetと読み替えれば良い。

10 図54の例において、PMM-1は、PMM-2から、パケット $[(0, 6), (1, 9), (2, 5), (4, 8), (6, 7)]$ を受理する。このパケット中、配列GVNoに相当する値と、自己の配列GVNoの値とを比較すると、「 $0=0 < 1 < 2 < 4 < 5$ 」となるため、配列G0rd'の値は、「0」、「4」から、それぞれ、「0」、「8」に更新される。なお、配列GVNoの値が同じときには、それぞれの対応するG0rd'の値が参照される。

15 次のタイミングで、PMM-0は、PMM-1から、同じパケット $[(0, 6), (1, 9), (2, 5), (4, 8), (6, 7)]$ を受理する。このパケット中、配列GVNoに相当する値と、自己の配列GVNoの値とを比較すると、「 $0 < 1 = 1 < 2 < 3 < 4 = 4 < 6$ 」となる。したがって、配列G0rd'の値は、「1」、「2」、「3」から、それぞれ、「2」、「5」、「6」に更新される。PMM-2やPMM-3においても同様の処理が実行され、それぞれにおいて、G0rd'の値が更新される。

20 上述したように、生成されたG0rd'をG0rdと読み替え、かつ、OrdSet'をOrdSetと読み替えることにより、たとえば、各PMMにおいて、図56に示すような配列が取得される。ここで、配列G0rdの順に、レコードを順次取り出すことにより、ソートされた表形式データを得ることができる（図57参照）。

[システム構成、本発明の意義]

25 本発明にかかる情報処理システムは、たとえば、フロントエンドとなる端末装置と、リング状のチャネルを介して接続され、端末装置からの命令を、それ

ぞれのPMMが受理することにより、PMMにおいて、上述したコンパイル、検索、クロス集計ソートの処理が実行できる。また、各PMMはパケットを何れかのバスを利用して送出すればよく、PMM間の同期等を外部から制御する必要もない。

5 また、制御装置には、上記コンパイル、検索などの繰り返し演算のためのハードウェア構成を備えたアクセラレータチップのほか、これに加えて、汎用CPUを含めても良い。汎用CPUは、端末装置からチャネルを介して伝達された命令を解釈し、アクセラレータチップに必要な指示を与えることができる。

さらに、制御装置、特に、その中のアクセラレータチップには、順序集合配列、グローバル順序集合配列など作業に必要な種々の配列を収容するためのレジスタ群が設けられているのが望ましい。これにより、いったん、メモリからレジスタ上に処理に必要な値をロードしてしまえば、コンパイル、検索、クロス集計およびソートにかかる上述した処理演算中には、制御装置はメモリにアクセスすることなく、レジスタから値を読み出し、或いは、レジスタに値を書き込めばよい。これにより、メモリアクセスの回数を著しく減じる（演算処理前のロード、および、処理結果の書き込み）ことができ、処理時間を著しく短縮することが可能となる。

次に、本発明にて導入した配列  $G0rd$  および配列  $GVN_0$  の意義について説明する。本発明において、グローバル順序集合配列  $G0rd$  は、各PMMが掌握するローカルな表形式データを集合させたグローバルな表形式データ中、各PMMの掌握する表形式データの各レコードの位置（順位）を示している。すなわち、本発明においては、グローバル順序集合配列  $G0rd$  および順序集合配列  $OrdSet$  により、レコードの位置情報を、グローバルな成分とローカルな成分とに分離し、これにより、グローバルな表形式データを扱うことが可能となるとともに、各PMMが単独で処理を実行することも可能となる。

本実施の形態においては、PMMが各項目の情報ブロックを保持するように構成されていたが、PMMが表形式データをそのまま保持するような場合でも、上記  $G0rd$  は、後述するように同様に機能する。

たとえば、本実施の形態においてコンパイルが終了した状態（たとえば、図 17 参照）で、グローバル順序集合配列 G0rd の値の順序で、各項目の項目値を取り出していくことにより、表形式データ全体のビューを作成することができる。検索が終了した状態（たとえば、図 26 参照）やソートが終了した状態 5 (たとえば、図 56 参照) においても、同様である。

より詳細には、たとえば、図 17において、PMM-2 の制御回路 20 が、順位を示す値「5」を受理すると、グローバル順序集合配列 G0rd 中の値「5」に関連する（ローカルな）順序集合配列 OrdSet 中の値「0」が特定される。さらに、項目「年齢」に関して、ポインタ配列 PV 中の値「1」が特定 10 され、次いで、値リスト VL 中の項目値「20」を特定することができる。無論、他の項目についても、ポインタ配列 PV 中の値、および、当該配列 PV 中の値にて特定される値リスト VL 中の項目値が特定される。これにより、順位を示す値に対応するレコードを取り出すことが可能となる。

また、情報ブロックを保持しないような構成であっても、上述したような、 15 順位を示す値の受理に応答して、対応するレコードの取り出しを実現できる。これについては、図 60 を参照しつつ、後述する。

次に、情報ブロックを保持しないような構成を参照して、配列 G0rd の意義について、さらに説明する。たとえば、図 58A に示すように、表形式データを、値（項目値）そのものをソートするのではなく、項目を特定するアドレス 20 情報となる順序集合配列の値をソートして、配列中の値を再配置することにより実現する場合を考える。図 58B における順序集合配列 OrdSet が、ソート後のレコードの順序を示している。

次に、上記順序集合配列 OrdSet および表形式データの本体（図 58B の符号 5800 参照）を、複数のPMMにて分掌把握することを考える。順序集合配列 OrdSet を分割し、かつ、表形式データ本体を分割して、分割された配列 OrdSet および表形式データ本体の組を、PMMに分掌させた例を図 59 に示す。この場合、あるPMM配列 OrdSet 中の値が、他のPMMが保持するレコードを指し示す場合もある（たとえば、矢印 5901、5902 参照）。したがっ

て、各PMMにて単独で実行できる処理が実質上存在しない。また、図59の例で、さらに、項目「性別」を「女性」という項目値に絞り込む（検索する）場合に、絞り込まれたレコードを示す値を収容する配列を、どのように分掌すれば良いか、明確な基準を作ることができない。つまり、上述した状態での検5 索は実質的に不可能となる。

これに対して、図60に示すように、順序集合配列 OrdSet によって、各PMMが把握する表形式データの部分集合における、ローカルなソートされたレコードの順位を掌握し、かつ、グローバル順序集合配列 G0rd が、ソートされたレコードのそれぞれの、全体における順位を掌握している。（ローカルな）10 順序集合配列 OrdSet は、自己の掌握する表形式データの部分集合のレコードを指し示すため、PMM単独での処理が可能となる。

図60に示す例における、順位を示す値の受理に応答したレコードの取り出しについても、以下に説明する。たとえば、PMM-0の制御回路が、順位を示す値「5」を受理すると、グローバル順序集合配列 G0rd 中の値「5」に関15 連する（ローカルな）順序集合配列 OrdSet 中の値「1」が特定される。これにより、PMM-0内の、「性別：男」、「年齢：21」、「身長：172」および「体重：64」というレコードが取り出される。

さらに、特に、ここで注目すべきは、（ローカルな）順序集合配列 OrdSet の値は、ローカルなソートが反映されるため、値の順位の逆転が生じ得るのに20 対して、グローバル順序集合配列 G0rd の値が昇順になっていることである。これにより、高速なPMM間の処理およびPMM内の処理が可能となる。無論、検索処理やクロス集計処理の後においても、グローバル順序集合配列 G0rd の値は昇順になっている。

このように配列 G0rd が昇順であることは、以下のような利点を生じる。た25 とえば、先に説明した検索処理において、配列 G0rd（処理に使用されるものは配列 G0rd'）が昇順であるため、値の比較を高速に実現できる（図23～図25 参照）。同様に、先に説明したソート処理においても、配列 G0rd（処理に使用されるものは配列 G0rd'）が昇順であるため（これに加えて、後述する配列

GVNo も昇順であるため)、値の比較処理を高速に実現できる(図52A~図54参照)。

また、ソートされたレコードを取り出して、ソートされたビューを作成する場合にも、各PMMは、グローバル順序集合配列 G0rd が昇順であるから、先 5 頭のレコードから順に、データを出力していけばよいため、処理を高速化することができる。

次に、グローバル値番号配列 GVNo の意義について説明する。グローバル値番号配列は、集計の際に特に有用である。たとえば、各PMMにおいて、図6 10 1に示すような表形式データの部分集合のレコードが掌握されていると考える(符号6100~6103参照)。このような例において、各PMMでの集計結果を統合して、表形式データ全体の集計結果を取得することを考える。

たとえば、項目「年齢」の出現数を集計する場合、各PMMでは、項目「年齢」の項目値ごとに、その出現数を示すような配列を作ることができる(符号 15 6110~6113参照)。しかしながら、各PMMにおける各項目値の出現数をそのまま統合することはきわめて困難である。

これに対して、グローバル値番号配列を導入することにより、各PMMにおいて保持される項目値の、一定の順序の下での、項目値全体における位置を特定することができる。したがって、このグローバル値番号配列の値をキーとして、全体の集計、つまり、出現値の統合を実現することが可能となる。

20 さらに、クロス集計においては、本実施の形態にかかる、項目ごとの情報ブロックに設けられたグローバル値番号配列 GVNo を利用し、クロス集計にかかる項目のグローバル番号配列 GVNo の値の組により一意的に特定される論理座標配列中の位置に、各PMMにおける集計結果を累算していくことで、出現値の統合を円滑に実現することが可能となる。

25 また、グローバル値番号配列 GVNo を利用して、項目値を特定して取り出すこと、つまり、グローバルな表形式データにおける値(項目値)の順位を示す情報を、PMMが受理し、その順位に対応する項目値を取り出すことも有用である。たとえば、図17において、項目「年齢」に関して、先頭、つまり、第

0番の項目値を知るために、値の順位「0」を示す命令を受理したPMM-1が、グローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>中の値「0」に関連する値リストVL中の値「16」を特定することができる。無論、命令を受理したPMM-2が同様に動作しても良い。

5 さらに、グローバル値番号配列GVN<sub>0</sub>も昇順となる。これは、各PMMにて掌握される（ローカルな）値リストの項目値が昇順であれば、その順序は保存されるからである。したがって、上記ソート処理において、値の比較処理を高速に実現できる（図52A～図54参照）。

10 本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

15 前記実施の形態においては、PMMを、一方が時計回りにパケットを伝送する第1のバス（第1の伝送路）、他方が反時計回りにパケットを伝送する第2のバス（第2の伝送路）にて、リング状に接続している。このような構成により、パケット伝送の遅延時間などを均一化することができるため有利である。しかしながら、これに限定されず、バス型など他の形態の伝送路を採用しても良い。

20 また、本実施の形態においては、メモリ、インターフェースおよび制御回路を有するPMMを利用しているが、これに限定されるものではなく、パーソナルコンピュータ、サーバなどを、ローカルな表形式データを分掌する情報処理ユニットとして、PMMの代わりに利用しても良い。或いは、単一のパーソナルコンピュータやサーバが、複数の情報処理ユニットを保持するような構成を採用しても良い。これらの場合でも、情報処理ユニットが、レコードの順位を示す値を受理し、グローバル順序集合配列G0rdを参照することにより、レコードを特定することができる。また、グローバル値番号配列を参照することにより、項目値を特定することも可能である。

25 また、情報処理ユニット間の伝送路も、いわゆるネットワーク型やバス型を採用しても良い。

单一のパーソナルコンピュータに複数の情報処理ユニットを設けるような構成を採用することで、以下のように、本発明を利用することができる。たとえば、札幌支社、東京支社、福岡支社の3つの表形式データを用意し、通常は、各支社の単位で、検索、集計、ソートなどを実行する。さらに、3つの支社を5統合したグローバルな表形式データを考えて、各支社の表形式データが、全体表のうちの部分表であるとみなし、グローバルな表形式データに関する検索、ソートおよび集計を実現することができる。

無論、複数のパーソナルコンピュータをネットワークにて接続した場合にも、同様に、パーソナルコンピュータにて分掌されるローカルな表形式データに関する処理、および、グローバルな表形式データに関する処理を実現することも10できる。

本発明によれば、分散メモリ型において、処理と通信を統合することで著しく高速な並列処理を実現可能な情報処理装置を提供することが可能となる。

#### 産業上の利用分野

15 本発明は、特に、大量のデータを管理するシステム、たとえば、データベース、データウェアハウスに利用することできる。より具体的には、大規模な科学技術計算、受発注管理や証券取引などの基幹業務管理、事務管理に利用可能である。

## 請求の範囲

1. 項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれに保持する複数の情報処理ユニットと、

5 前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、  
を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に  
対応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号  
を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカル  
10 順序を表す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、情報処理システム  
ムであって、

前記情報処理ユニットの各々は、

前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカルな順序を表す番号に基づいて、  
前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号  
15 を生成する手段と、

前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信す  
る手段と、

前記パケット伝送路を介して前記他の情報処理ユニットからの値リストを受  
信する手段と、

20 前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記  
ローカルな情報ブロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の  
情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与する手段と、を含むことを  
特徴とする情報処理システム。

25 2. それぞれ、メモリ、インターフェース、および、制御装置を有する、複数のメ  
モリモジュールと、

隣接するメモリモジュールのインターフェース間を接続するパケット伝送路と、  
を備え、

前記メモリモジュールの各々のメモリが、

## 51

各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成されるように構成された情報処理システムであって、

5 各メモリモジュールの制御装置が、前記ポインタ配列のうち、グローバルな情報ブロックの部分集合として、自己の掌握する情報ブロックが、どの位置

10 を占めるかを示すオフセット値を保持するオフセット値記憶手段と、

前記オフセット値に基づき、グローバルな情報ブロックにおけるグローバル順序集合配列を生成するグローバル順序集合配列生成手段と、

隣接するメモリモジュールの間で、前記伝送路を利用して、自己の、ある項目の値リストをパケット化して送信するパケット送信手段と、

15 前記パケット送信手段によるパケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された値リストを受信するパケット受信手段と、

受信したそれぞれの値リストを参照して、自己の、当該項目の値リスト中の項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、当該項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を、当該項目に関する、グローバル値番号配列に収容する順序判定手段と、を含むことを特徴とする情報処理システム。

3. 前記順序判定手段が、判定されたそれぞれの、前記相対的な順位と、もとの順位との差異の総和を、もとの順位に加えることにより、前記グローバルな情報ブロックにおける順位を算出するように構成されたことを特徴とする請求項2に記載の情報処理システム。

4. 前記順序判定手段が、送信したパケットおよび受理したパケットを比較し、重複する値を削除することを特徴とする請求項2または3に記載の情報処理

システム。

5. 各メモリモジュールの制御装置が、

検索すべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズのフラグ配列を生成し、検索条件に合致する項目値に対応するフラグ配列中に特定の値を付与するフラグ配列セットアップ手段と、

前記検索すべき項目に関して、順序集合配列が示す位置に対応するポインタ配列中の値を特定し、その後、ポインタ配列中の値が示す位置に対応するフラグ配列中の値を特定することにより、当該順序集合配列中の値に対応するレコードが、検索条件に合致するか否かを判定する検索条件判定手段と、

10 検索条件に合致する順序集合の値、および、対応するグローバル順序集合の値を、それぞれ、第2の順序集合配列および第2のグローバル順序集合配列に収容するローカル検索手段と、を含み、

15 前記パケット送信手段が、前記伝送路を利用して、前記第2のグローバル順序集合配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受信手段が、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル順序集合配列を受信し、さらに、

20 受信したそれぞれの第2のグローバル順序集合配列を参照して、自己の、グローバル順序集合配列中の値の、グローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第3のグローバル順序集合配列に収容する第2の順序判定手段を含み、

前記第3のグローバル順序集合配列の値によって、検索条件に合致するレコードの順位が規定されることを特徴とする請求項2ないし4の何れか一項に記載の情報処理システム。

6. 各メモリモジュールの制御装置が、

25 集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じたサイズの論理座標配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記論理座標配列の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得するカウン

トアップ手段を備え、

前記パケット送信手段が、前記カウントアップ手段によるカウントアップがなされた論理座標配列を、前記伝送路を利用して、パケット化して送信し、各メモリモジュールにおいて、同一の論理座標配列のカウントアップおよび前記伝送路を利用した送信を、順次実行することにより、前記論理座標配列に、グローバルな各項目の項目値の組ごとのレコード数が収容され、かつ、各メモリモジュールにおいて、前記パケット受信手段およびパケット送信手段が、カウントアップが終了した論理座標配列の受理および記憶、並びに、前記伝送路を利用した送信を順次実行することを特徴とする請求項2ないし5の何れか一項に記載の情報処理システム。

7. 前記カウントアップ手段が、集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じた多次元のカウントアップ配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記カウントアップ配列中の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得し、かつ、カウントアップ配列中の位置とのマッピングがされた論理座標配列中、当該カウントアップ配列中の値を、前記マッピングにしたがって配置するように構成されたことを特徴とする請求項6に記載の情報処理システム。

8. 各メモリモジュールの制御装置が、

ソートすべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズの存在数配列を生成し、値リスト中の項目値のそれぞれを指定する、前記順序集合配列の値の数を配置する存在数配列生成手段と、

前記存在数配列中の値を累計して、メモリモジュール内でソートされた際の、対応する項目値をもつレコードの先頭位置を示す累計数を算出し、当該累計数を累計数配列中に配置する累計数配列生成手段と、

第2のグローバル値番号配列、第4のグローバル順序集合配列および第3の順序集合配列を生成し、順序集合配列の値が示す項目値に対応する累計数配列中の累計数に基づき、前記第2のグローバル値番号配列中、前記累計数が

## 54

示す位置に、前記項目値に対応するグローバル値番号を配置し、かつ、前記第3の順序集合配列、および、前記第4のグローバル順序集合配列中、前記累計数が示す位置に、前記順序集合配列の値、および、対応するグローバル順序集合配列の値を、それぞれ配置する、ローカルソート手段と、を含み、

5 前記パケット送信手段が、前記伝送路を利用して、少なくとも、第2のグローバル値番号配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受信手段が、並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル値番号配列を受信し、さらに、

10 受信したそれぞれの第2のグローバル値番号配列を参照して、自己の、第2のグローバル値番号配列中の値の、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第5のグローバル順序集合配列に収容する第3の順序判定手段を含み、

15 前記第5のグローバル順序集合配列の値によって、ソートされたレコードの順位が規定されることを特徴とする請求項2ないし7の何れか一項に記載の情報処理システム。

9. 前記パケット送信手段が、第2のグローバル値番号配列の値および第4のグローバル順序集合配列の値を組とすることで、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列をパケット化して送信し、かつ、前記パケット受信手段は、他のメモリモジュールの、パケット化された、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列を受信し、

20 前記第3の順序判定手段が、自己の、第2のグローバル値番号配列の値と、他のメモリモジュールの第2のグローバル番号配列の値とが同一であるときに、それぞれの値の組をなす、第4のグローバル順序集合配列の値を比較することで、順位を判定することを特徴とする請求項8に記載の情報処理システム。

25 10. 前記メモリモジュールの制御装置が、前記配列として利用するためのレジスタ群を有し、前記配列を利用した演算は、メモリをアクセスすることなく実

行されることを特徴とする請求項2ないし9の何れか一項に記載の情報処理システム。

11. 項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれに保持する複数の情報処理ユニットと、  
5

前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカルな順序を表す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、情報処理システムにおいて、  
10

前記情報処理ユニットの各々において、

前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカルな順序を表す番号に基づいて、前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号を生成するステップと、  
15

前記情報処理ユニットの各々が、前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信するステップと、

前記情報処理ユニットの各々が、前記パケット伝送路を介して前記他の情報処理ユニットからの値リストを受信するステップと、

前記情報処理ユニットの各々が、前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記ローカルな情報ブロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与するステップと、を含むことを特徴とする情報処理方法。  
20

12. それぞれ、メモリ、インターフェース、および、制御装置を有する、複数のメモリモジュールと、  
25

隣接するメモリモジュールのインターフェース間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記メモリモジュールの各々のメモリが、

各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納された5 ポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成されるように構成された情報処理システムにおいて、

各メモリモジュールにおいて、前記ポインタ配列のうち、グローバルな情報ブロックの部分集合として、自己の掌握する情報ブロックが、どの位置を占10 めるかを示すオフセット値を保持するオフセット値記憶ステップと、

前記オフセット値に基づき、グローバルな情報ブロックにおけるグローバル順序集合配列を生成するグローバル順序集合配列生成ステップと、

隣接するメモリモジュールの間で、前記伝送路を利用して、自己の、ある項目の値リストをパケット化して送信するパケット送信ステップと、

15 前記パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された値リストを受信するパケット受信ステップと、

受信したそれぞれの値リストを参照して、自己の、当該項目の値リスト中の項目値の、当該項目値のグローバルな情報ブロックにおける順位を、当該項目に関する、グローバル値番号配列に収容する順序判定ステップと、を含む20 ことを特徴とする情報処理方法。

13. 前記順序判定ステップが、判定されたそれぞれの、前記相対的な順位と、もとの順位との差異の総和を、もとの順位に加えることにより、前記グローバルな情報ブロックにおける順位を算出するステップを含むことを特徴とする請求項12に記載の情報処理方法。

25 14. 前記順序判定ステップにおいて、送信したパケットおよび受信したパケットを比較し、重複する値を削除することを特徴とする請求項12または13に記載の情報処理方法。

15. 各メモリモジュールにおいて、

検索すべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズのフラグ配列を生成し、検索条件に合致する項目値に対応するフラグ配列中に特定の値を付与するフラグ配列セットアップステップと、

前記検索すべき項目に関して、順序集合配列が示す位置に対応するポインタ配列中の値を特定し、その後、ポインタ配列中の値が示す位置に対応するフラグ配列中の値を特定することにより、当該順序集合配列中の値に対応するレコードが、検索条件に合致するか否かを判定する検索条件判定ステップと、

検索条件に合致する順序集合の値、および、対応するグローバル順序集合の値を、それぞれ、第2の順序集合配列および第2のグローバル順序集合配列に収容するローカル検索ステップと、

前記伝送路を利用して、前記第2のグローバル順序集合配列をパケット化して送信する第2のパケット送信ステップと、

前記パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル順序集合配列を受信する第2のパケット受信ステップと、

受信したそれぞれの第2のグローバル順序集合配列を参照して、自己の、グローバル順序集合配列中の値の、グローバルな情報ブロックにおける順位を決定し、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第3のグローバル順序集合配列に収容する第2の順序判定ステップと、を含み、

前記第3のグローバル順序集合配列の値によって、検索条件に合致するレコードの順位が規定されることを特徴とする請求項12ないし14の何れか一項に記載の情報処理方法。

16. 各メモリモジュールにおいて、

集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じたサイズの論理座標配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記論理座標配列の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得するカウントアップステップと、

カウントアップがなされた論理座標配列を、前記伝送路を利用して、パケット化して送信する第3のパケット送信ステップと、を含み、

各メモリモジュールにおいて、同一の論理座標配列に対するカウントアップステップ、および、一方の伝送路を利用して送信ステップを、順次実行することにより、前記論理座標配列に、グローバルな各項目の項目値の組ごとのレコード数が収容され、さらに、

各メモリモジュールにおいて、カウントアップが終了した論理座標配列を受理および記憶する第3のパケット受理ステップと、

受理した論理座標配列を、前記伝送路を利用して送信する第4のパケット送信ステップと、を含むことを特徴とする請求項12ないし15の何れか一項に記載の情報処理方法。

17. 前記カウントアップステップにおいて、

集計すべき項目に関して、当該項目の値リストのサイズを乗じた多次元のカウントアップ配列を生成し、順序集合配列中の値が示す、前記集計すべき項目のポインタ配列中の値の組に対応する、前記カウントアップ配列中の値をカウントアップすることにより、各項目の項目値の組ごとの、レコード数を取得し、かつ、カウントアップ配列中の位置とのマッピングがされた論理座標配列中、当該カウントアップ配列中の値を、前記マッピングにしたがって配置するように構成されたことを特徴とする請求項16に記載の情報処理方法。

18. 各メモリモジュールにおいて、

ソートすべき項目に関して、当該項目の値リストと同じサイズの存在数配列を生成し、値リスト中の項目値のそれぞれを指定する、前記順序集合配列の値の数を配置する存在数配列生成ステップと、

前記存在数配列中の値を累計して、メモリモジュール内でソートされた際の、対応する項目値をもつレコードの先頭位置を示す累計数を算出し、当該累計数を累計数配列中に配置する累計数配列生成ステップと、

第2のグローバル値番号配列、第4のグローバル順序集合配列および第3の

順序集合配列を生成し、順序集合配列の値が示す項目値に対応する累計数配列中の累計数に基づき、前記第2のグローバル値番号配列中、前記累計数が示す位置に、前記項目値に対応するグローバル値番号を配置し、かつ、前記第3の順序集合配列、および、前記第4のグローバル順序集合配列中、前記累計数が示す位置に、前記順序集合配列の値、および、対応するグローバル順序集合配列の値を、それぞれ配置する、ローカルソートステップと、

前記伝送路を利用して、少なくとも、第2のグローバル値番号配列をパケット化して送信する第5のパケット送信ステップと、

パケット送信と並列的に、前記伝送路を利用して、他のメモリモジュールの、パケット化された第2のグローバル値番号配列を受信する第4のパケット受信ステップと、

受信した第2のグローバル値番号配列を参照して、自己の、第2のグローバル値番号配列中の値の、当該グローバルな情報ブロックにおける順位を、第5のグローバル順序集合配列に収容する第3の順序判定ステップと、を含み、

前記第5のグローバル順序集合配列の値によって、ソートされたレコードの順位が規定されることを特徴とする請求項12ないし17の何れか一項に記載の情報処理方法。

19. 前記第5のパケット送信ステップにおいて、第2のグローバル値番号配列の値および第4のグローバル順序集合配列の値を組とすることで、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列をパケット化して送信し、

前記第4のパケット受理ステップにおいて、他のメモリモジュールの、パケット化された、前記第2のグローバル値番号配列および第4のグローバル順序集合配列を受理し、

25 前記第3の順序判定ステップにおいて、自己の、第2のグローバル値番号配列の値と、他のメモリモジュールの第2のグローバル番号配列の値とが同一であるときに、それぞれの値の組をなす、第4のグローバル順序集合配列の値を比較することで、順位を判定することを特徴とする請求項18に記載の

情報処理方法。

20. 項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するローカルな情報ブロックをそれぞれに保持する複数の情報処理ユニットと、

5 前記複数の情報処理ユニット間を接続するパケット伝送路と、を備え、

前記ローカルな情報ブロックは、当該項目値が特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に格納されている値リスト、及び、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が、前記レコードに対応した一意的なローカルな順序を表す番号の順に格納されたポインタ配列からなる、情報処理システムにおいて、

10 前記情報処理ユニットの各々に、

前記ローカルな情報ブロック内の前記ローカルな順序を表す番号に基づいて、前記複数の情報処理ユニットの全体で一意的なグローバルな順序を表す番号を生成する機能と、

15 前記パケット伝送路を介して前記値リストを他の情報処理ユニットへ送信する機能と、

前記パケット伝送路を介して前記他の情報処理ユニットからの値リストを受信する機能と、

20 前記他の情報処理ユニットからの前記値リスト中の項目値を参照して、前記ローカルな情報ブロック内の前記値リスト中の前記項目値に、前記複数の情報処理ユニットの全体でグローバルな順位を付与する機能と、を実現させるためのプログラム。

21. それぞれ、メモリおよび制御装置を有する複数の情報処理ユニットを備え、前記情報処理ユニットの各々のメモリが、

25 各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを保持し、

各メモリモジュールが保持する表形式データの集合体により、グローバルな表形式データが形成されるような情報処理システムであって、

前記各情報処理ユニットが、

前記グローバルな表形式データにおける各レコードの順位を示す値を収容するグローバル順序集合配列と、

制御装置により受理された順位を指定する命令にしたがって、前記グローバル順序集合配列中の値を特定し、その値が示すレコードを取り出すレコード取り出し手段と、を含むことを備えたことを特徴とする情報処理システム。

22. 前記情報処理ユニットが、

当該情報処理ユニット内でのソート順を反映するため、レコードを特定する値が入れ替えられた他の順序集合配列を有し、

10 前記グローバル順序集合配列において、他の順序集合配列中の値が示すレコードの、前記グローバルな表形式データにおけるソート順を示すように、その順位を示す値を再配置することを特徴とする請求項21に記載の情報処理システム。

23. 前記情報処理ユニットが、

15 前記グローバル順序集合配列において、前記情報処理ユニット内でソートされたレコードの、前記グローバルな表形式データにおけるソート順を示すように、その順位を示す値を再配置することを特徴とする請求項21に記載の情報処理システム。

24. 前記情報処理ユニットの各々のメモリが、

20 各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、

25 各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成されたことを特徴とする請求項21に記載の情報処理システム。

26. それぞれ、メモリおよび制御装置を有する複数の情報処理ユニットを備え、前記情報処理ユニットの各々のメモリが、

## 62

5 各々が項目と当該項目に属する項目値とを含むレコードの配列として表される表形式データを表現するための、特定の項目に属する項目値に対応した項目値番号の順に当該項目値が格納されている値リスト、および、一意的な順序集合配列の順に、当該項目値番号を指示するためのポインタ値が格納されたポインタ配列からなる情報ブロックを保持し、各メモリにて保持された情報ブロックの集合体により、グローバルな情報ブロックが形成されるような情報処理システムであって、

前記情報処理ユニットが、

10 グローバルな情報ブロックにおける項目値の順位を示す値を収容するグローバル値番号配列と、

制御装置により受理された順位を指定する命令にしたがって、前記グローバル値番号配列中の値を特定し、その値が示す、値リスト中の項目値を取り出す項目値取り出し手段と、を含むことを特徴とする情報処理システム。

1/60

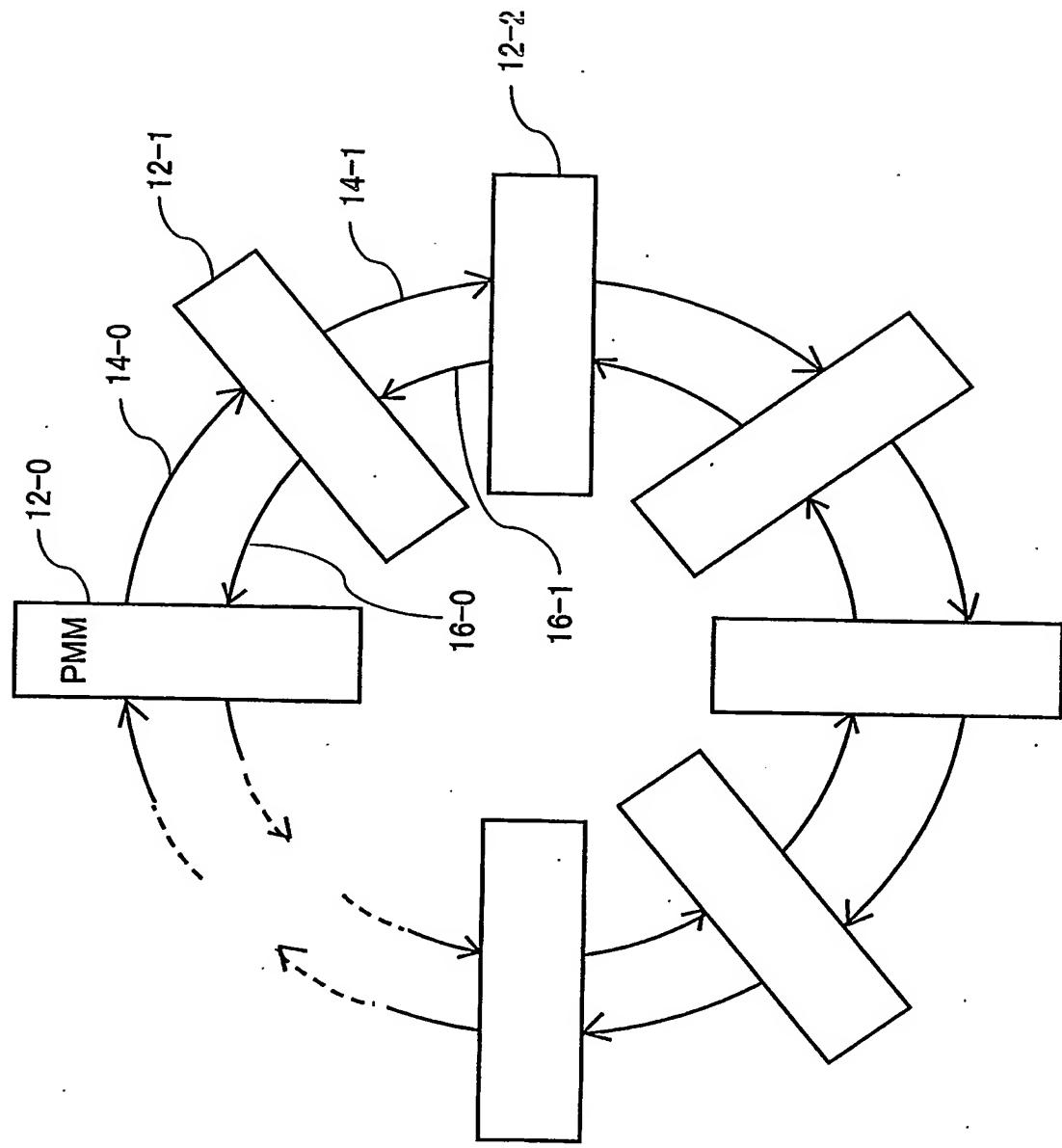
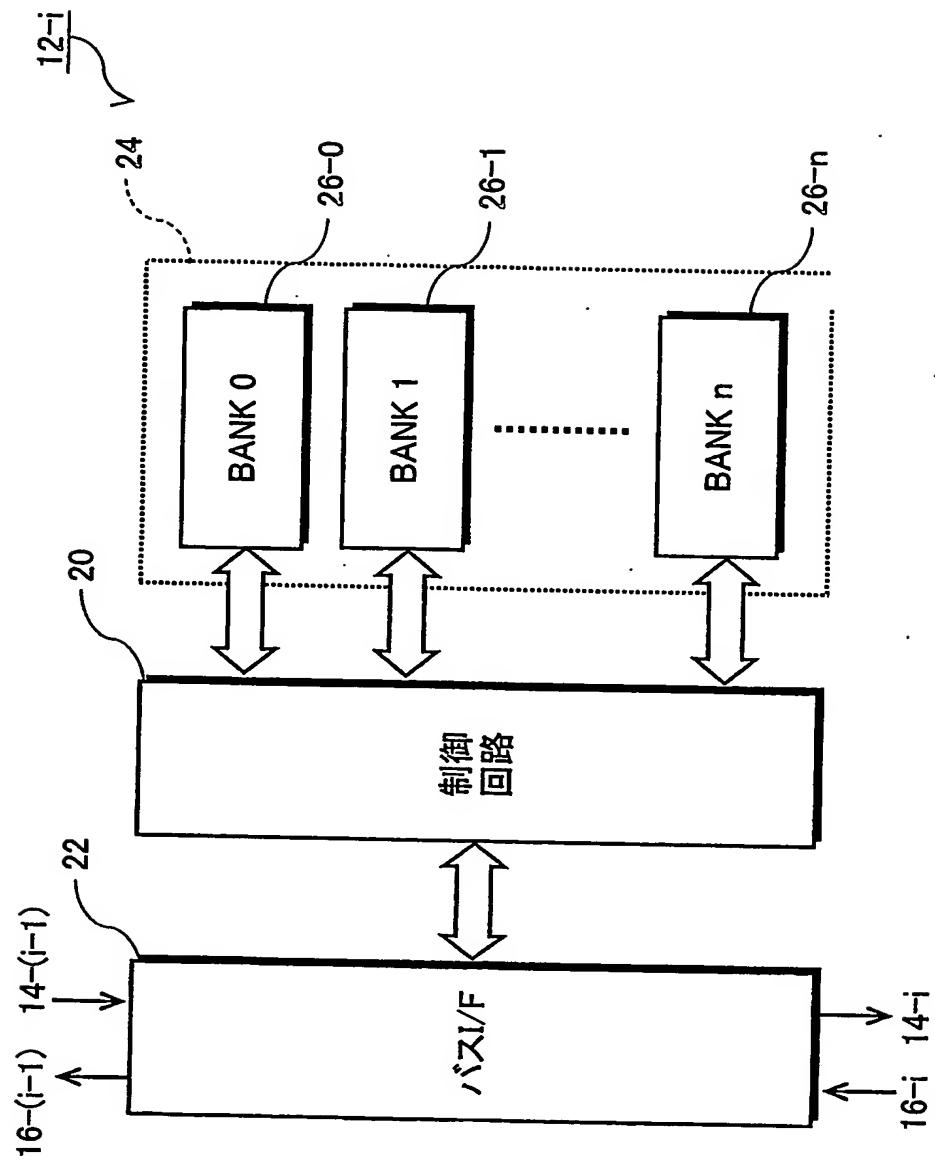


FIG.1

FIG.2



3/60

FIG.3

	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	女	18	168	55
1	男	21	172	64
2	女	24	159	48
3	女	16	172	48
4	男	28	181	78
5	女	20	166	55
6	女	16	168	52
7	男	33	174	65
8	男	24	177	64
9	女	18	170	55

4/60

性別		年齢		身長		体重	
VNo	VL	VNo	VL	VNo	VL	VNo	VL
0	0	1	1	2	0	3	48
1	1	3	18	4	166	1	52
2	2	4	20	0	168	2	55
3	3	0	21	3	170	3	64
4	4	5	24	4	172	4	65
5	5	2	28	5	174	5	78
6	6	0	33	6	177	6	1
7	7	6	5	7	181	7	4
8	8	4	8	6	8	3	2
9	9	1					

OrdSet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

FIG.4

5/60

## FIG.5

OFFSET= 0

PMM-0

	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	女	18	168	55
1	男	21	172	64
2	女	24	159	48

OFFSET= 3

PMM-1

	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	女	16	172	48
1	男	28	181	78

OFFSET= 5

PMM-2

	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	女	20	166	55
1	女	16	168	52
2	男	33	174	65

OFFSET= 8

PMM-3

	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	男	24	177	64
1	女	18	170	55

FIG.6

性別 (PMM-0)		年齢 (PMM-0)		身長 (PMM-0)		体重 (PMM-0)	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	GVNo	VL	VNo	VL
0	0	0	男	0	18	0	48
1	1	1	女	1	21	1	55
2	2	2	昇順	2	24	2	64
						昇順	
性別 (PMM-1)		年齢 (PMM-1)		身長 (PMM-1)		体重 (PMM-1)	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	GVNo	VL	VNo	VL
0	0	0	男	0	16	0	48
1	1	1	女	1	28	1	78
						昇順	
						昇順	

FIG.7

性別 (PMM-2)		年齢 (PMM-2)		身長 (PMM-2)		体重 (PMM-2)	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	VNo	VL	VNo	VL
0	-	0	男	0	16	0	52
1	-	1	女	1	20	1	55
2	-	2	昇順	2	33	2	65
						昇順	
性別 (PMM-3)		年齢 (PMM-3)		身長 (PMM-3)		体重 (PMM-3)	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	VNo	VL	VNo	VL
0	-	0	男	0	18	0	55
1	-	1	女	1	24	1	64
						昇順	
						昇順	

8/60

FIG.8

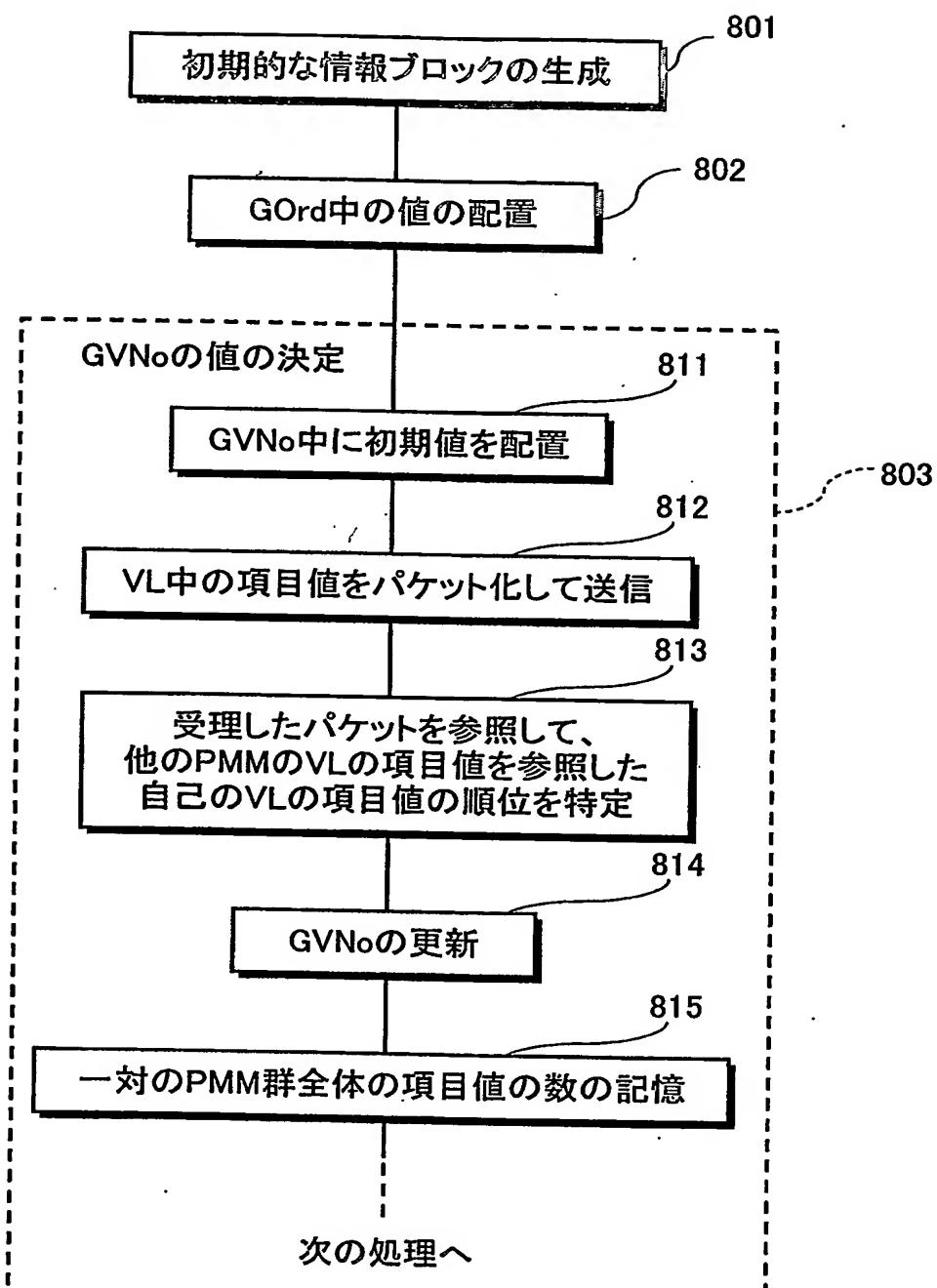
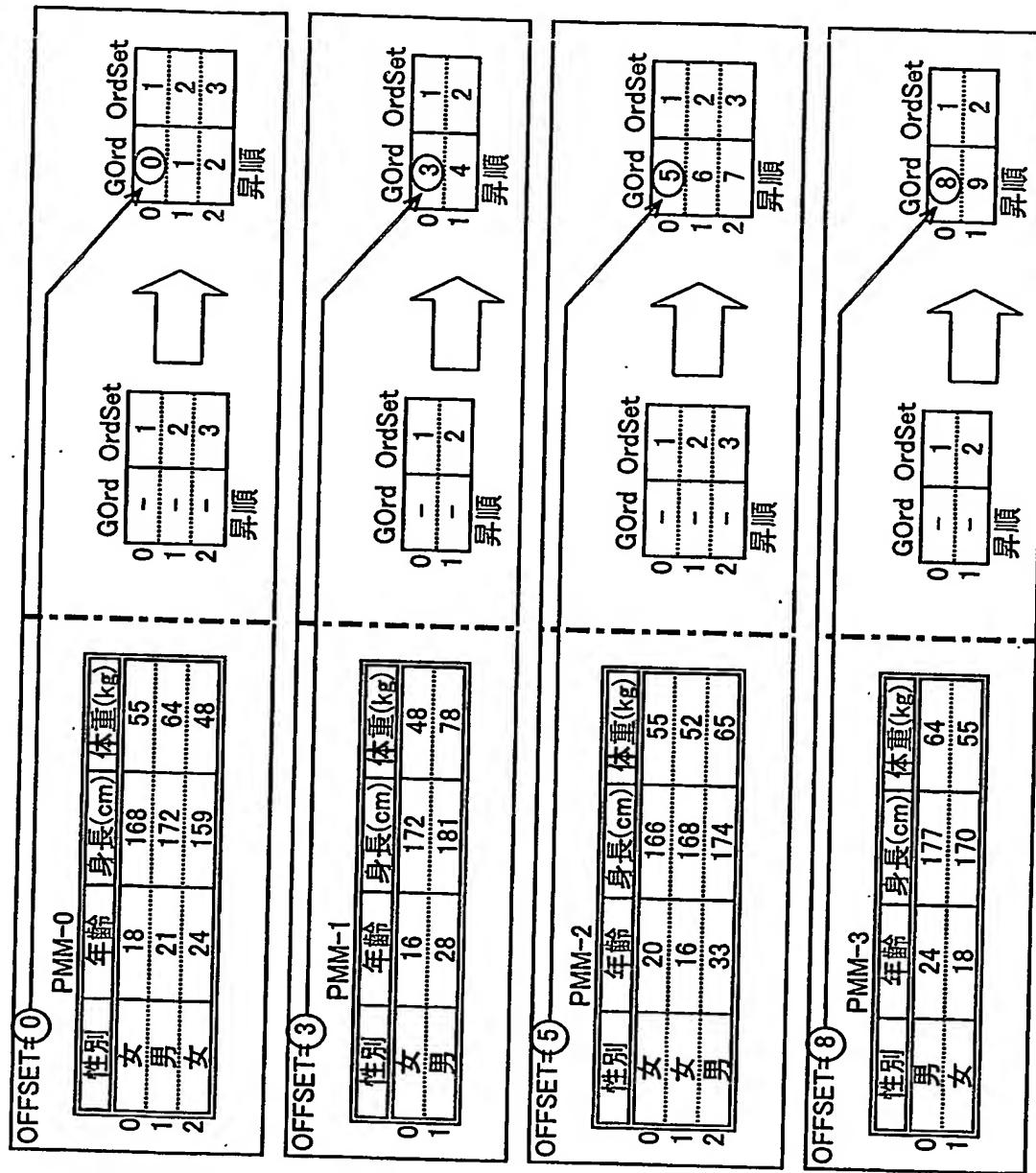
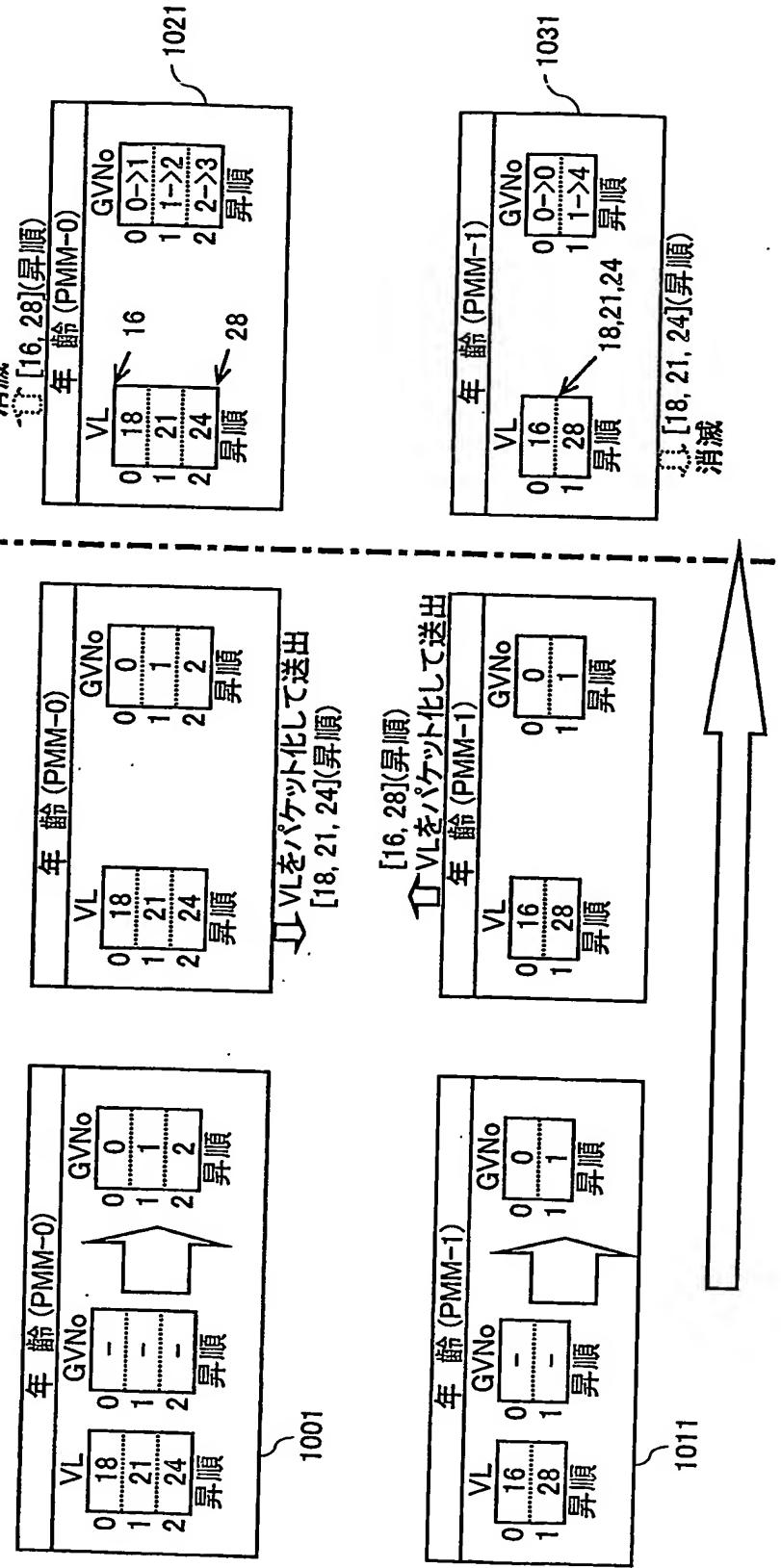


FIG.9



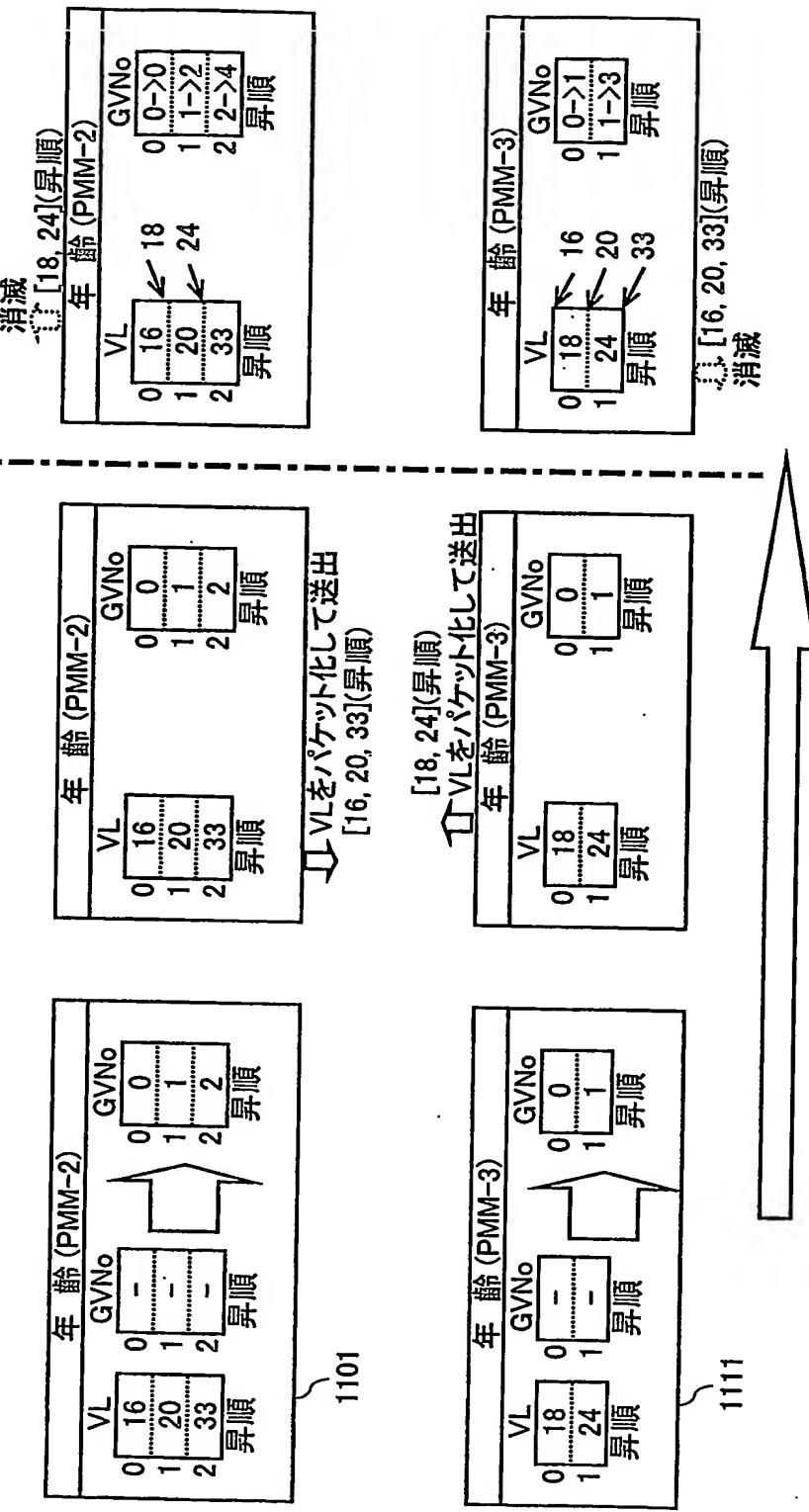
10/60

FIG.10



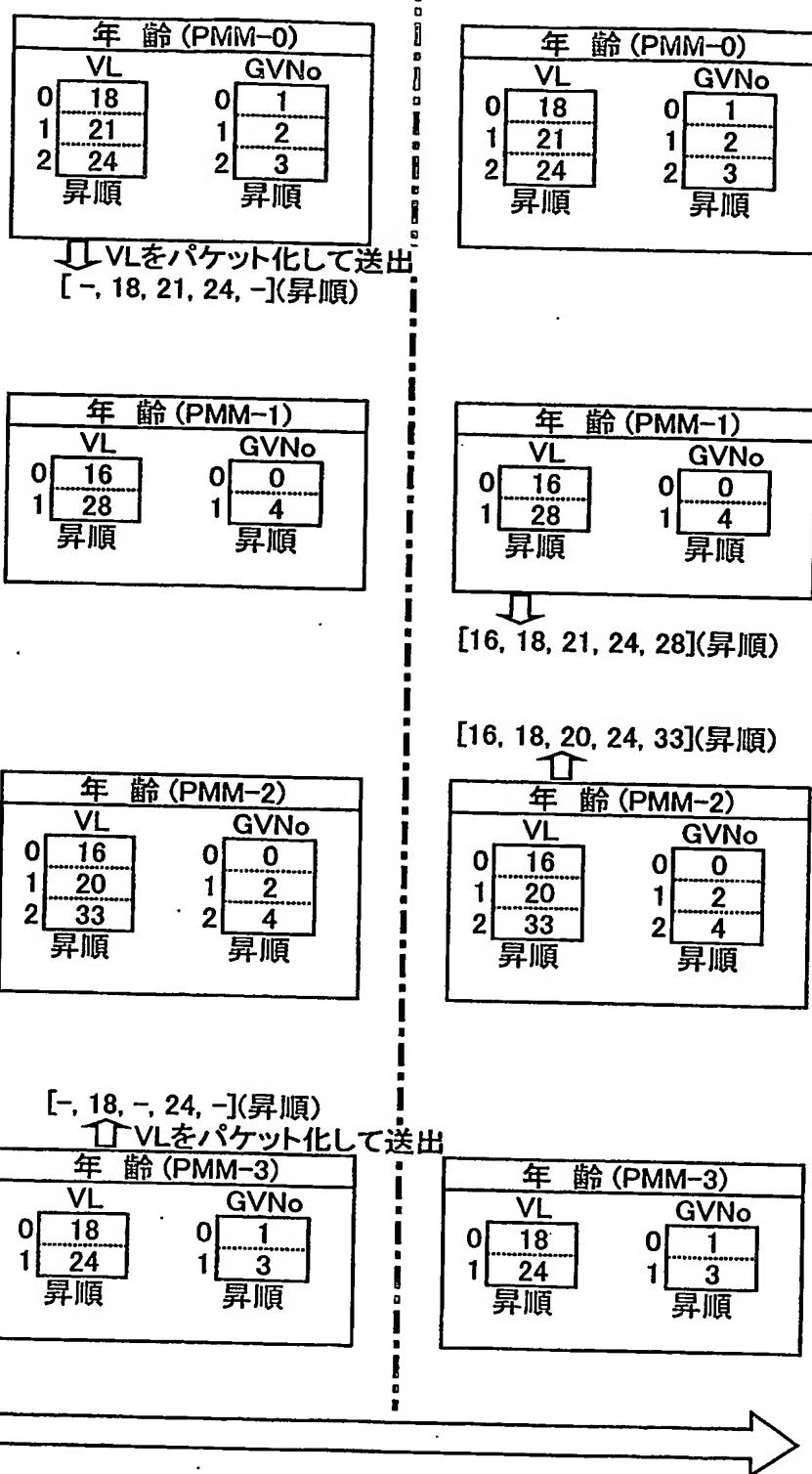
11/60

FIG. 11



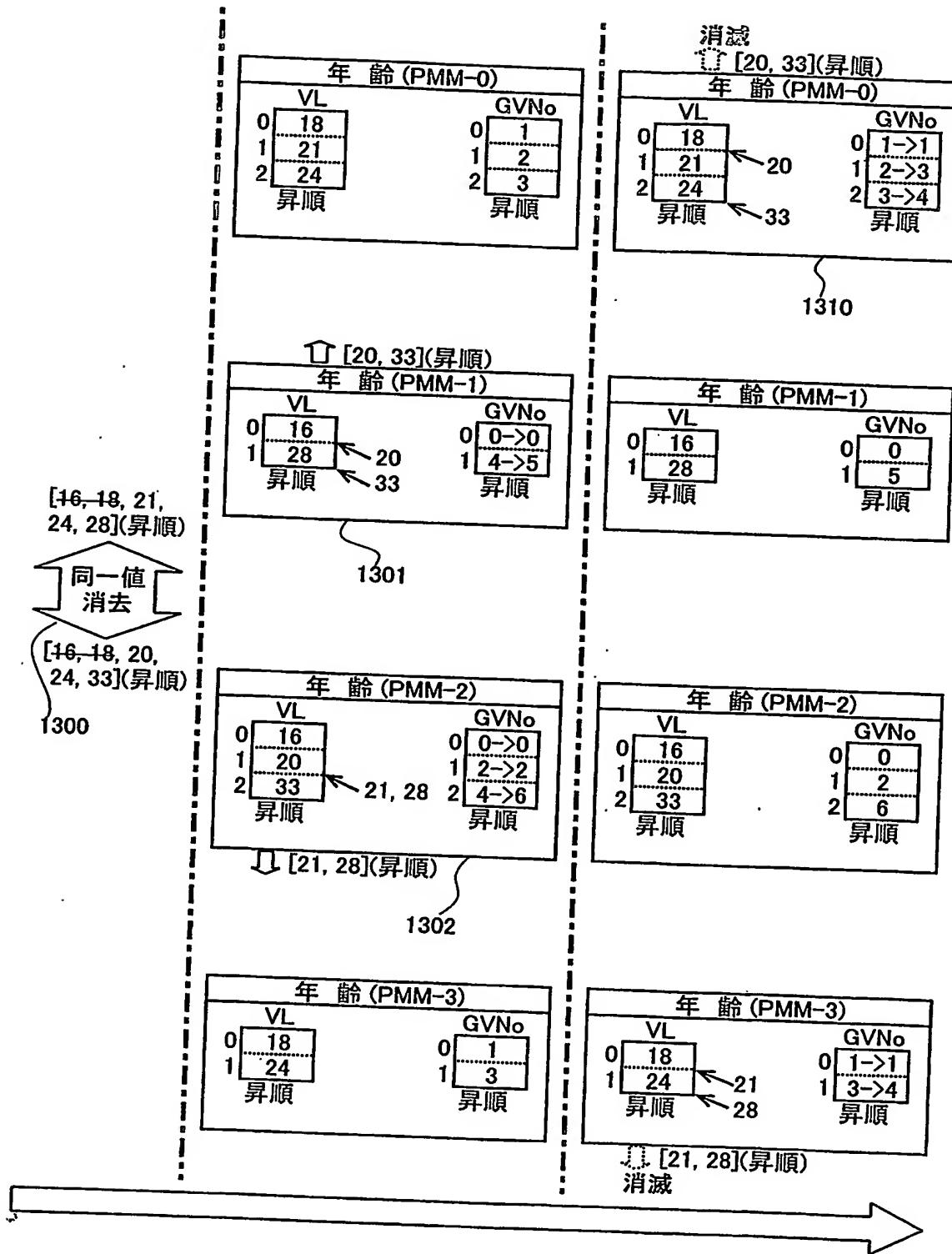
12/60

FIG.12



13/60

FIG.13



14/60

FIG.14A

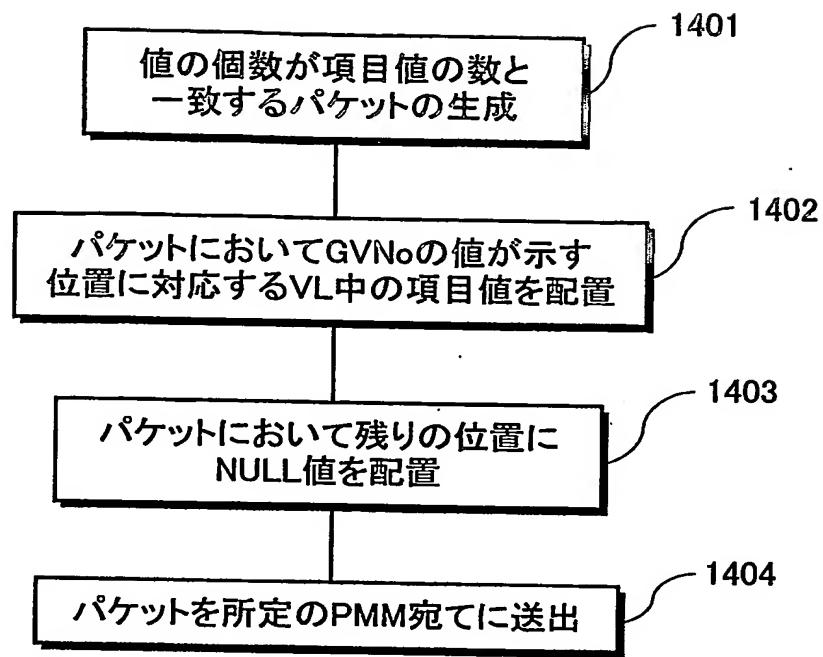
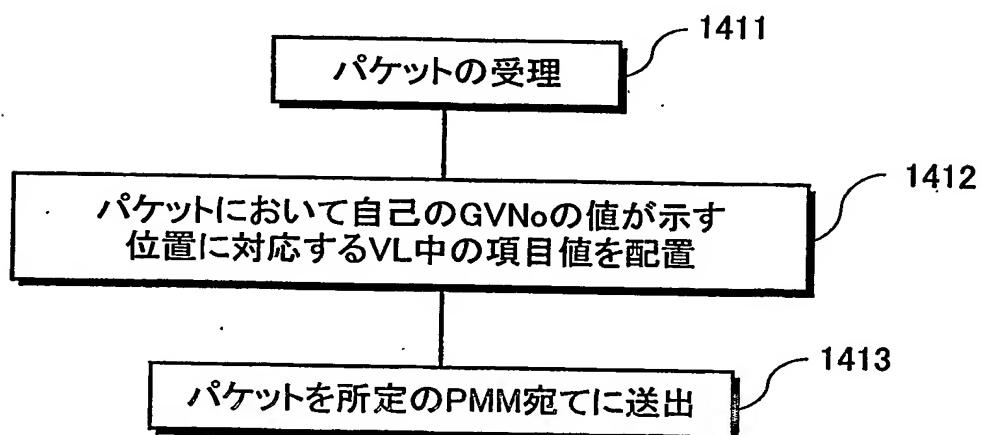


FIG.14B



15/60

FIG.15A

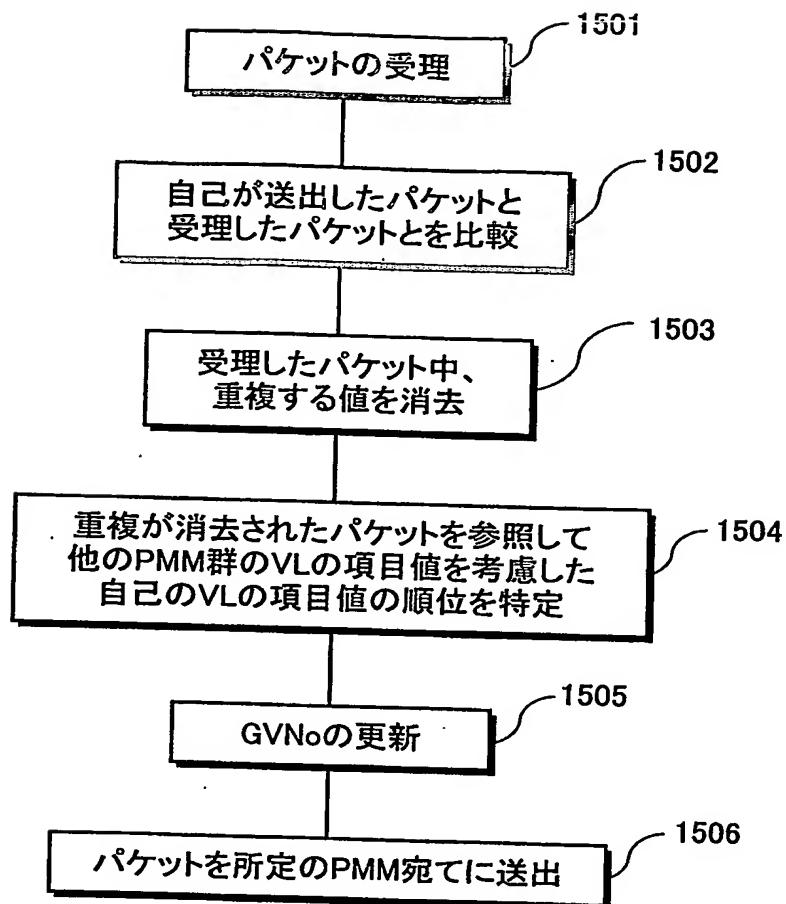


FIG.15B

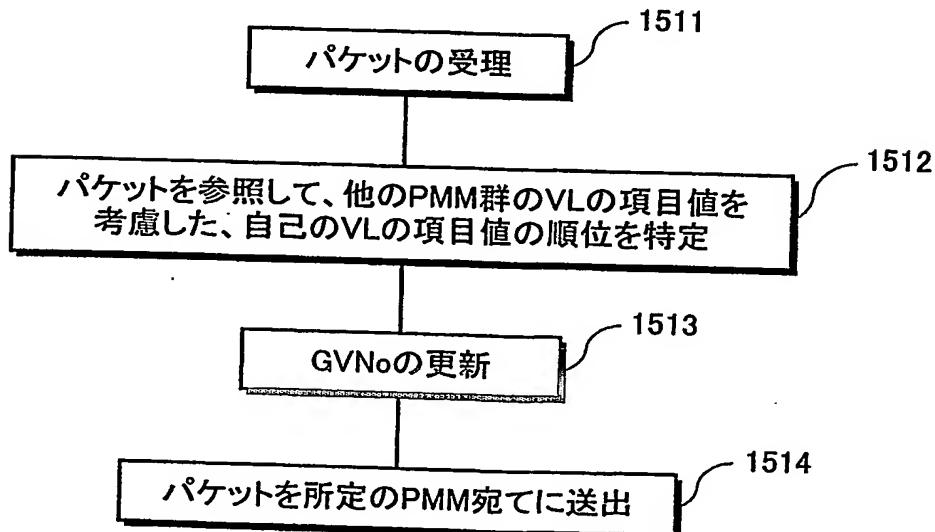
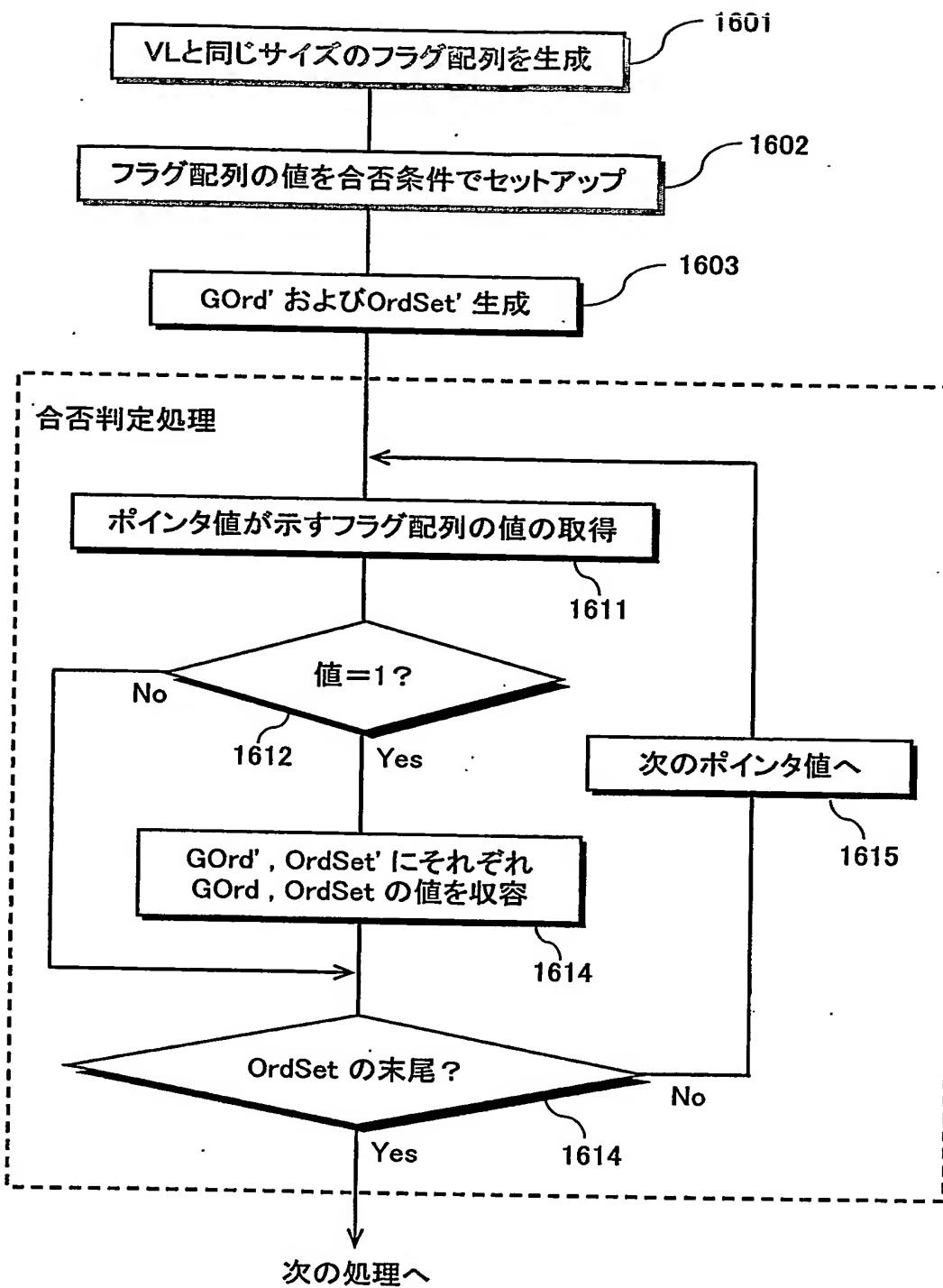


FIG.16

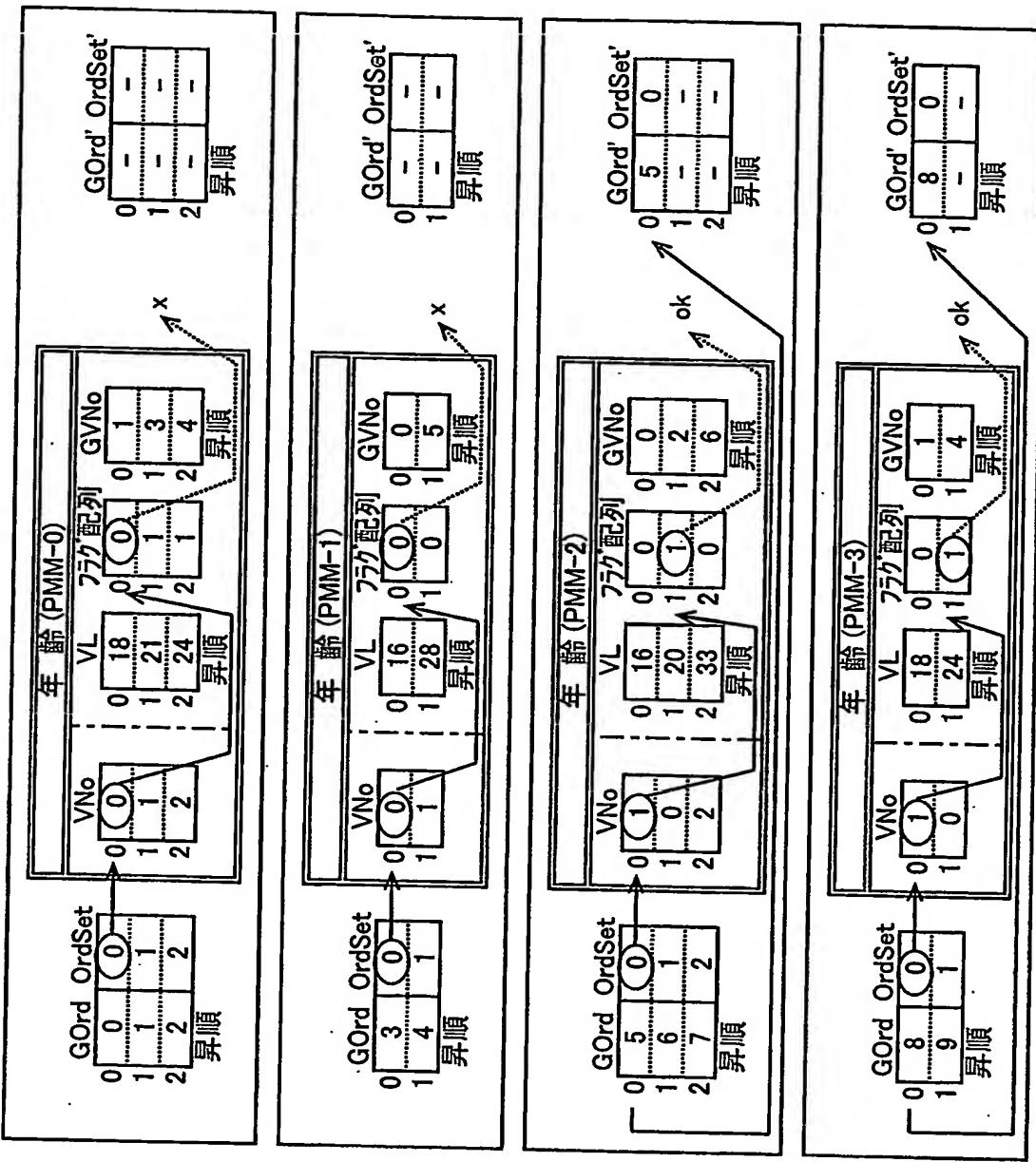


17/60

FIG. 17

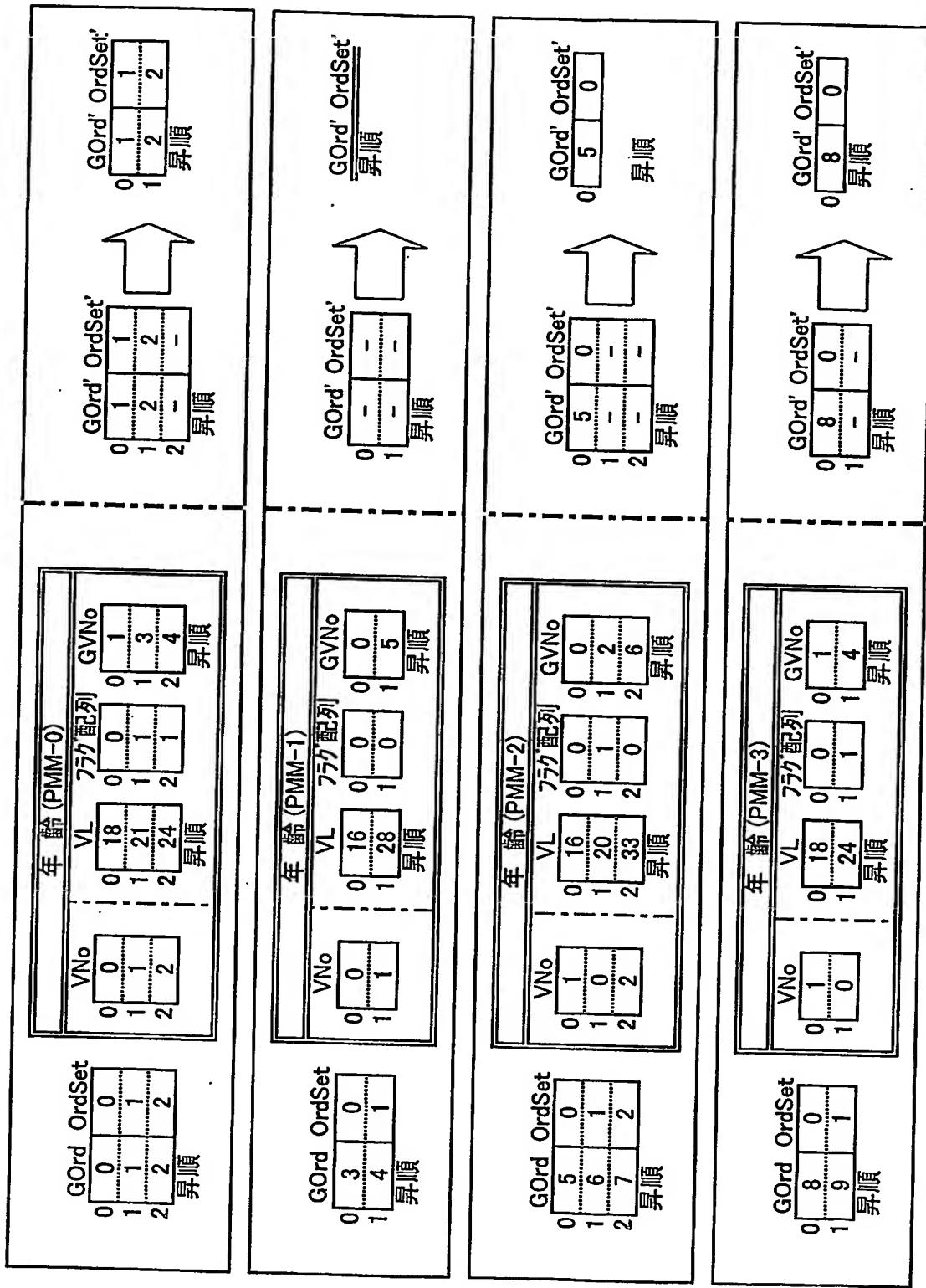
年齢 (PMM-0)		年齢 (PMM-1)		年齢 (PMM-2)		年齢 (PMM-3)	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	フラグ配列	GVNo	GOrd	OrdSet
0	0	0	0	0	0	0	-
1	1	1	1	1	1	1	-
2	2	2	2	2	2	2	-
昇順		昇順		昇順		昇順	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	フラグ配列	GVNo	GOrd	OrdSet
0	3	0	0	0	0	0	-
1	4	1	1	1	1	1	-
昇順		昇順		昇順		昇順	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	フラグ配列	GVNo	GOrd	OrdSet
0	5	0	0	0	0	0	-
1	6	1	1	1	1	1	-
2	7	2	2	2	2	2	-
昇順		昇順		昇順		昇順	
GOrd	OrdSet	VNo	VL	フラグ配列	GVNo	GOrd	OrdSet
0	8	0	0	0	0	0	-
1	9	1	1	1	1	1	-
昇順		昇順		昇順		昇順	

FIG.18



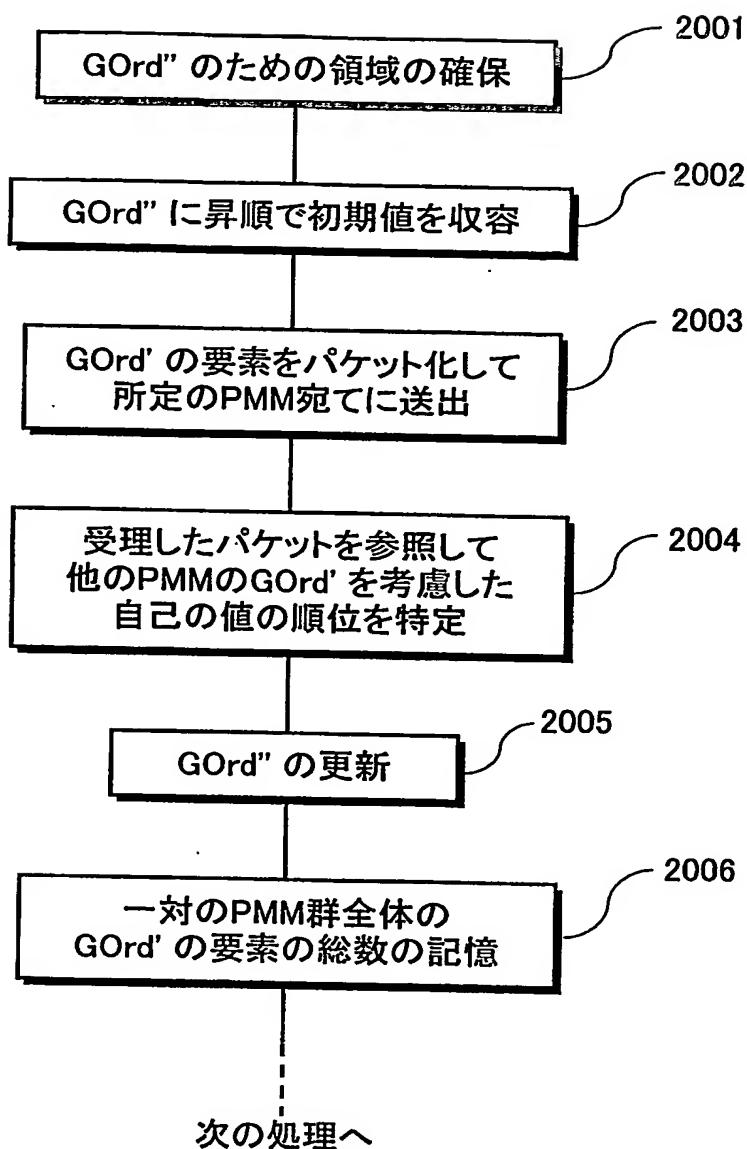
19/60

FIG. 19



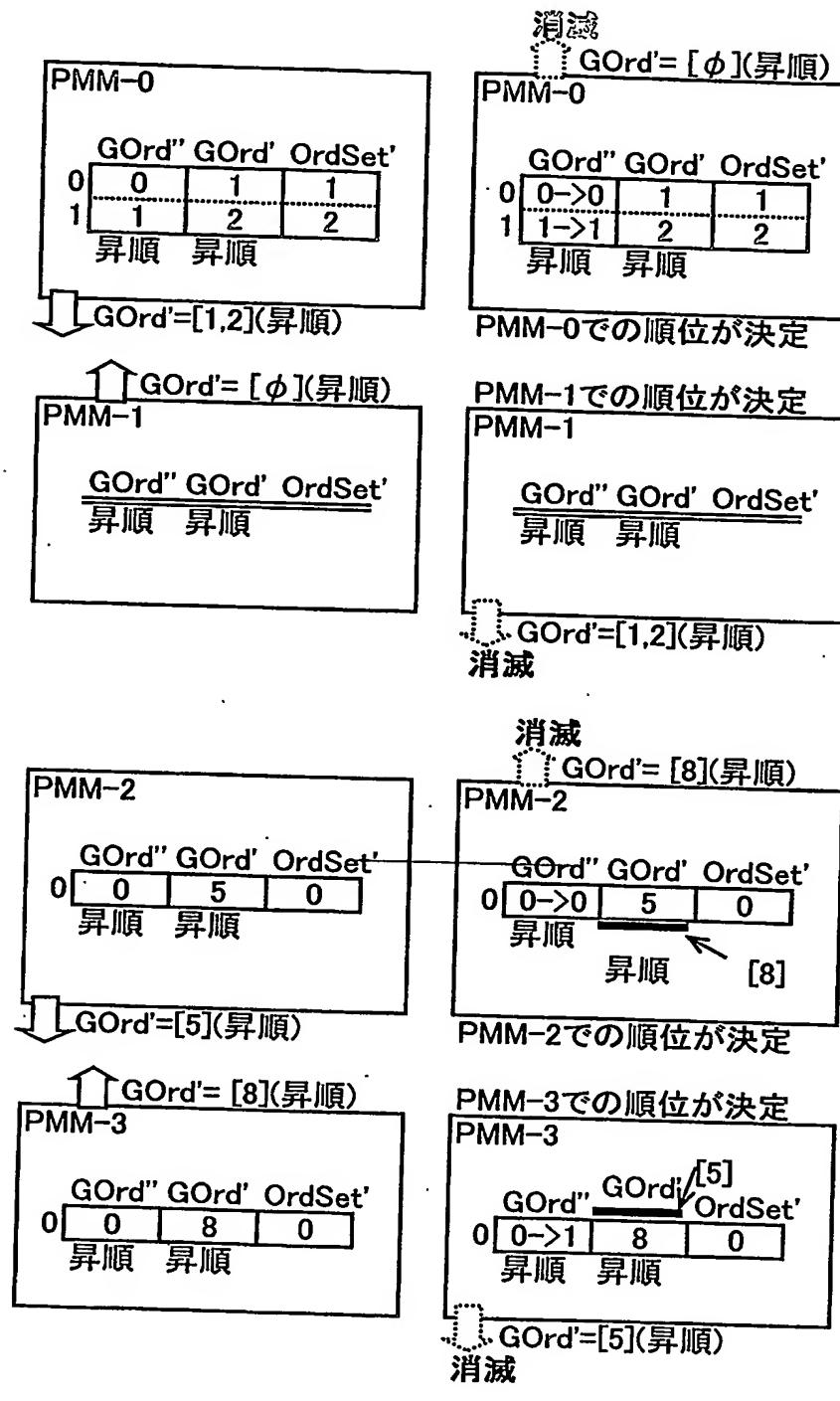
20/60

FIG.20



21/60

FIG.21



22/60

FIG.22A

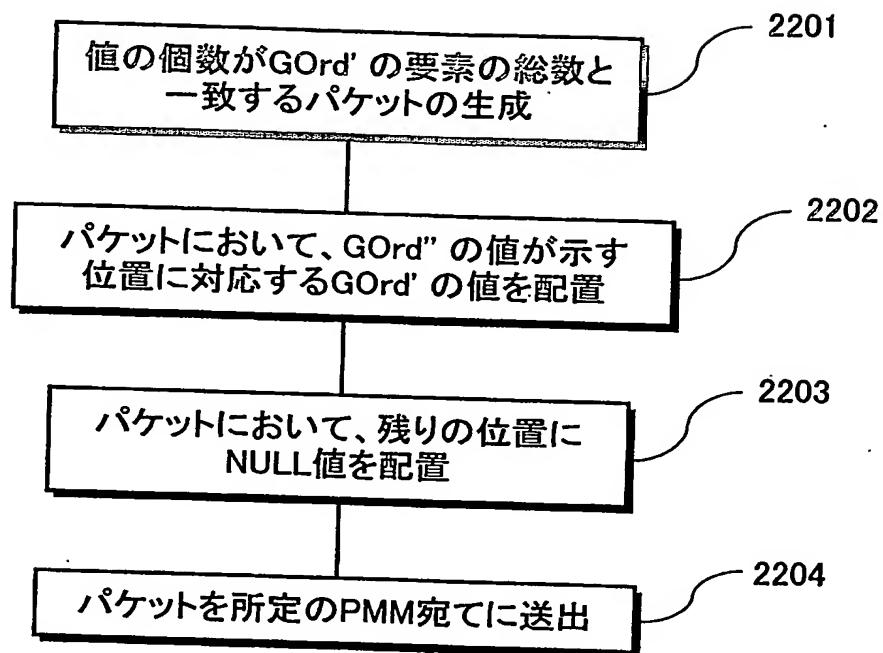
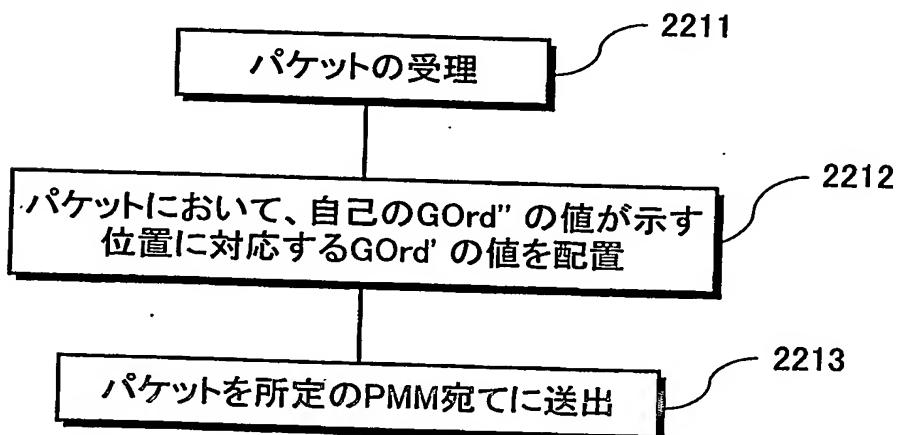
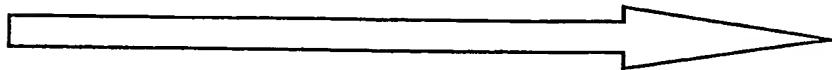
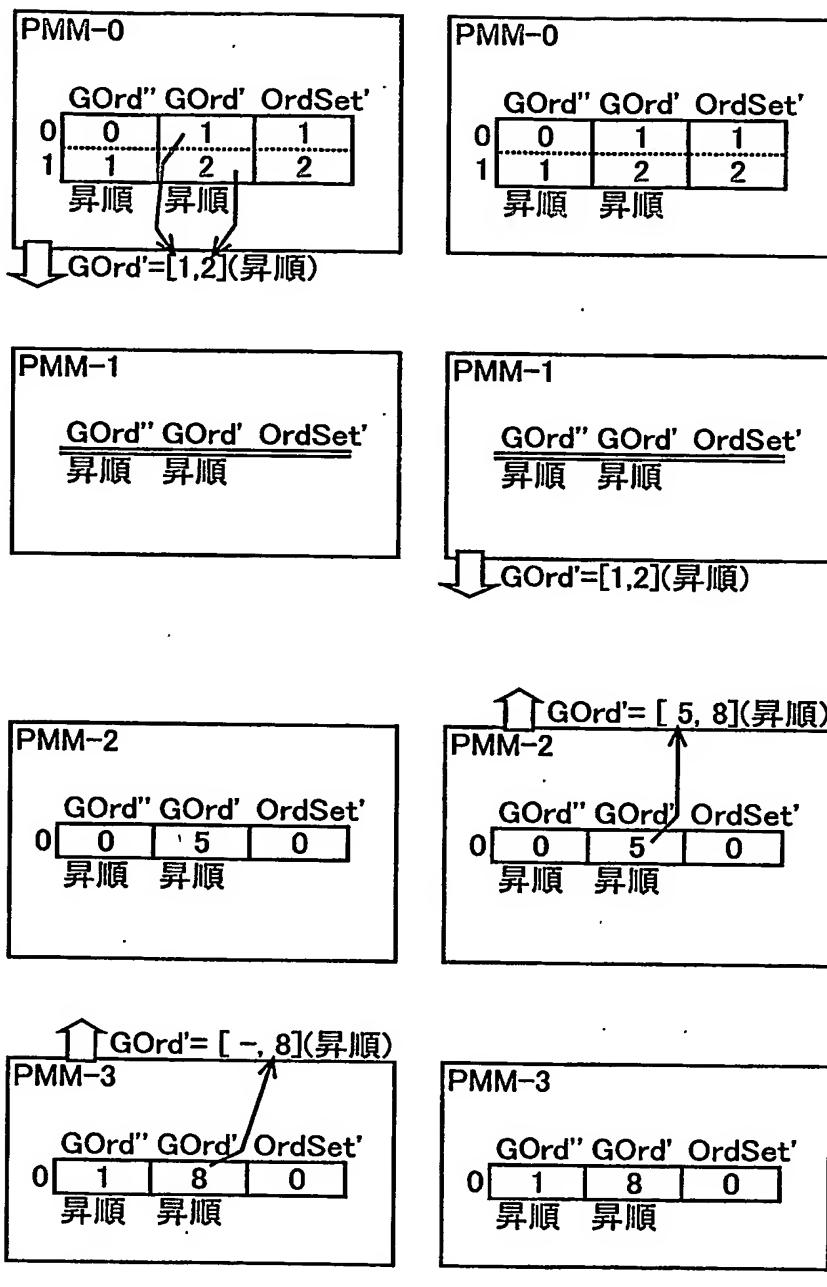


FIG.22B



23/60

FIG.23



24/60

FIG.24

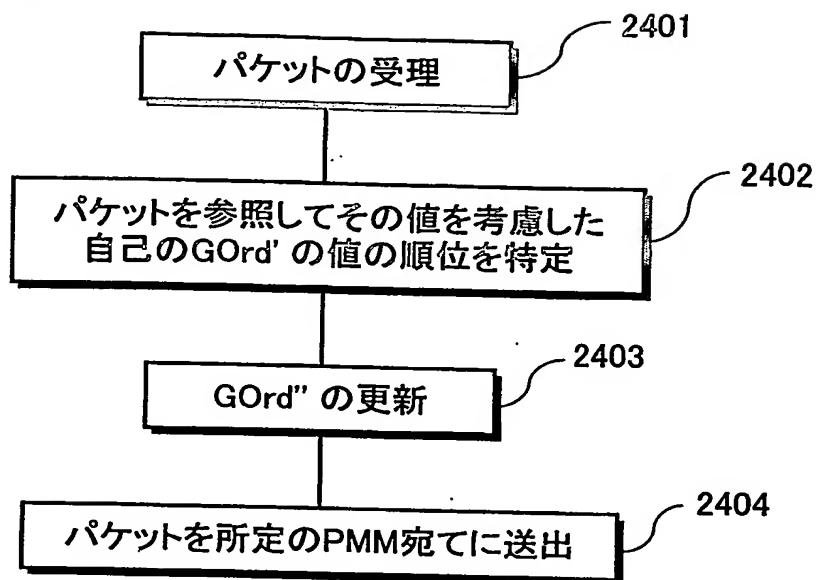
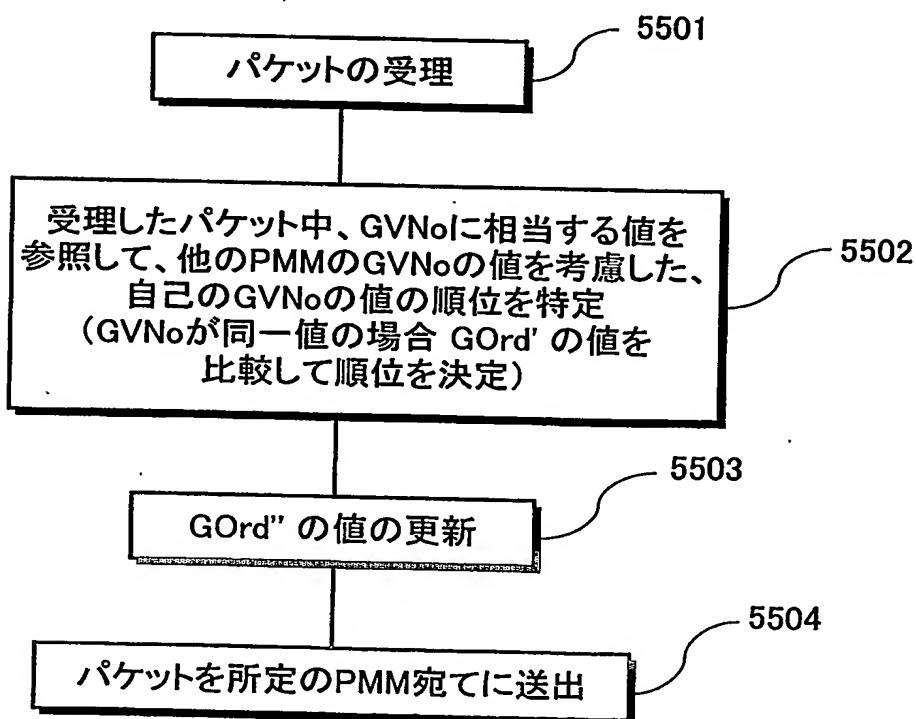
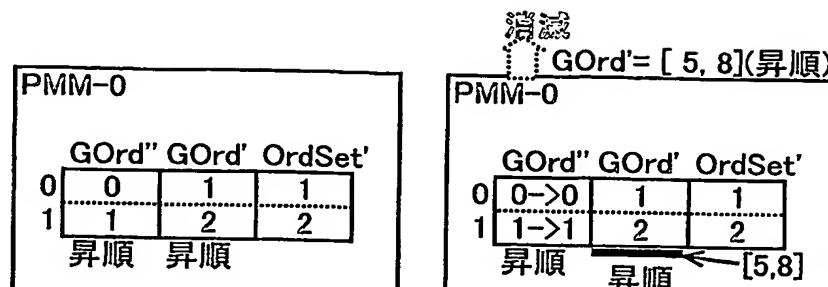


FIG.55



25/60

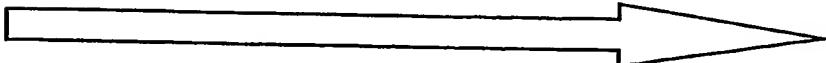
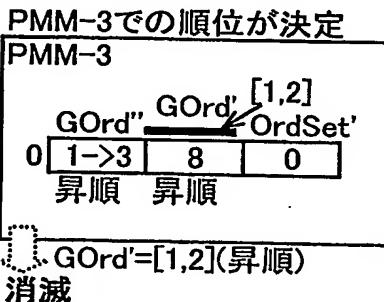
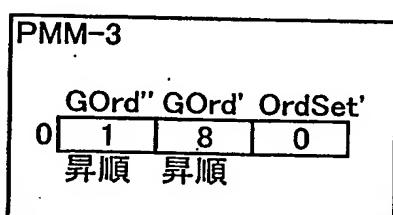
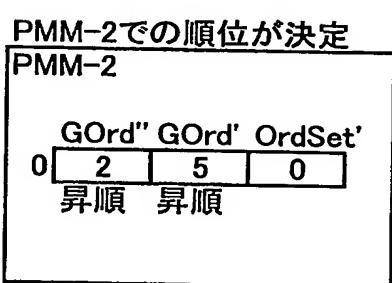
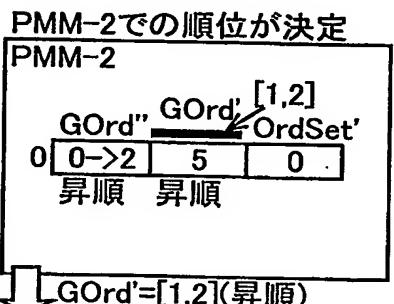
FIG.25



PMM-0での順位が決定



PMM-1での順位が決定



26/60

FIG.26

GOrd OrdSet		年齢 (PMM-0)			
VNo	VL	フラグ配列	GVNo		
0 0	0 18	0 0	0 1		
1 1	1 21	1 1	1 3		
2 2	2 24	2 1	2 4		

昇順

GOrd OrdSet		年齢 (PMM-1)			
VNo	VL	フラグ配列	GVNo		
0 0	0 16	0 0	0 0		
1 1	1 28	1 0	1 5		

昇順

GOrd OrdSet		年齢 (PMM-2)			
VNo	VL	フラグ配列	GVNo		
0 1	0 16	0 0	0 0		
1 0	1 20	1 1	1 2		
2 2	2 33	2 0	2 6		

昇順

GOrd OrdSet		年齢 (PMM-3)			
VNo	VL	フラグ配列	GVNo		
0 1	0 18	0 0	0 1		
1 0	1 24	1 1	1 4		

昇順

FIG.27

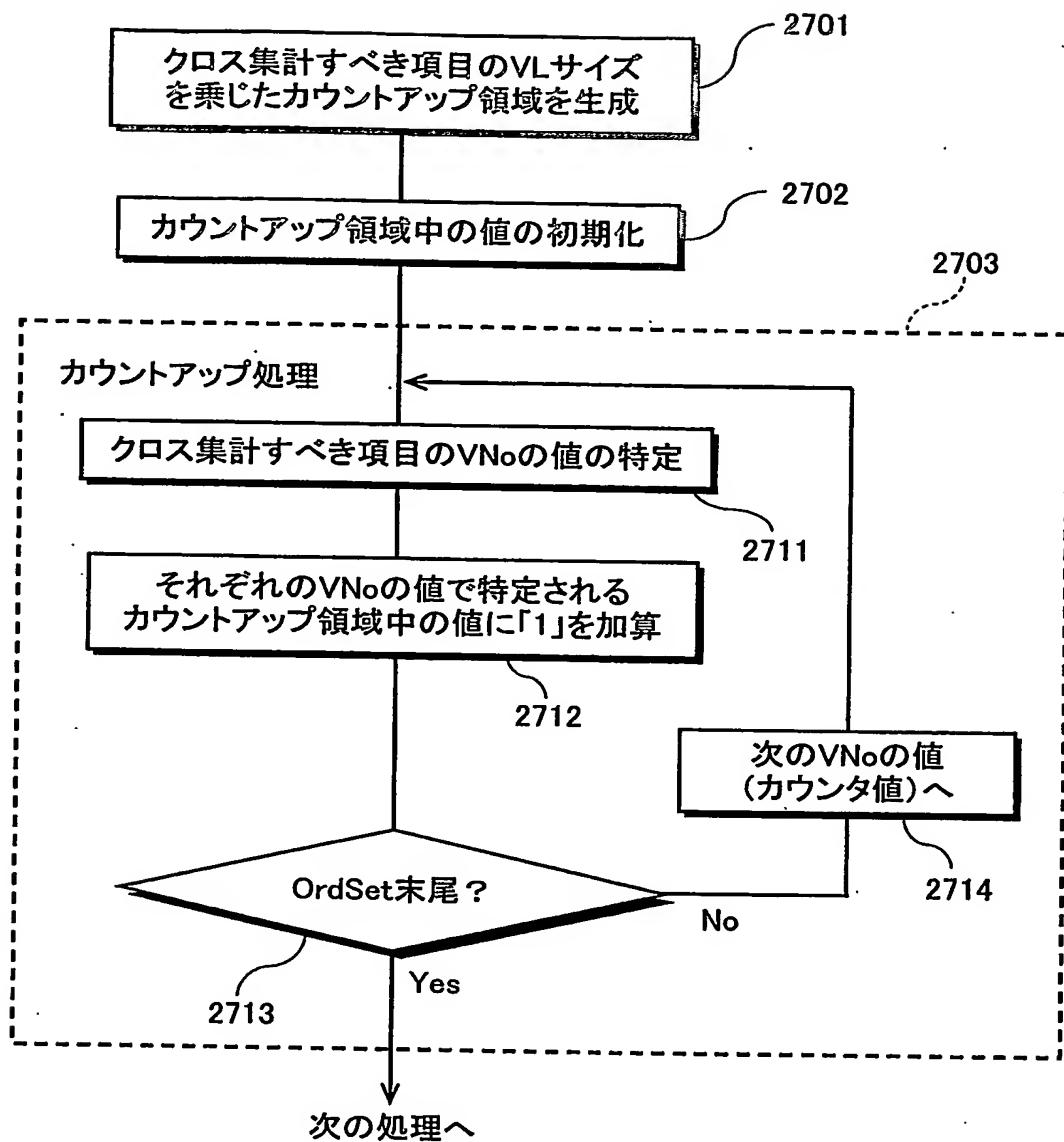
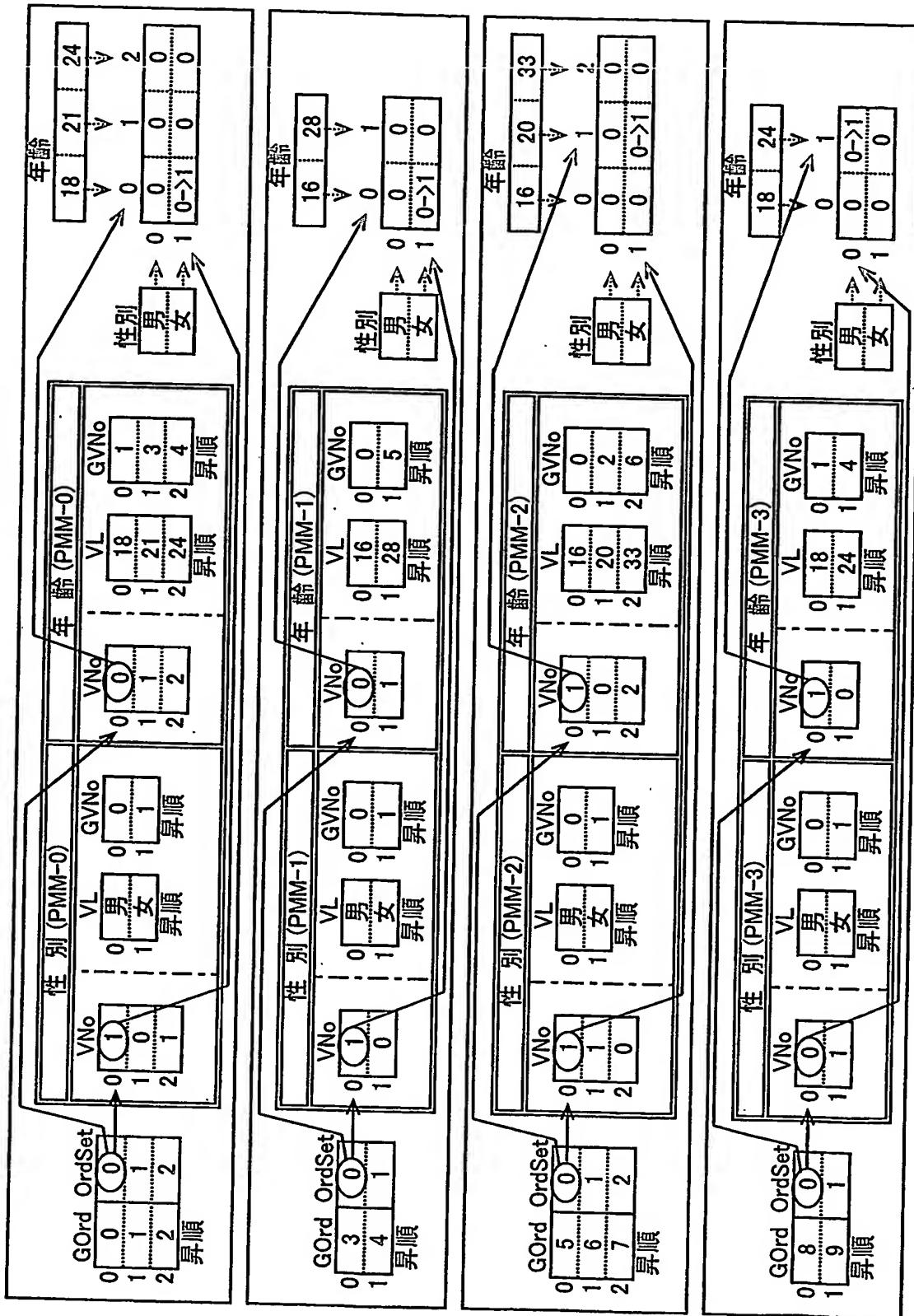


FIG. 28

FIG.29



30/60

FIG. 30

性別 (PMM-0)		年齢 (PMM-0)		
VNo	VL	GVNo	VNo	VL
0 1	男	0 0	0 0	18 21 24
1 0	女	1 1	1 1	ψ ψ
2 1				昇順

性別  
男 → 0  
女 → 1

性別 (PMM-1)		年齢 (PMM-1)		
VNo	VL	GVNo	VNo	VL
0 1	男	0 0	0 0	16 28
1 0	女	1 1	1 1	ψ ψ
2 1				昇順

性別  
男 → 0  
女 → 1

性別 (PMM-2)		年齢 (PMM-2)		
VNo	VL	GVNo	VNo	VL
0 1	男	0 0	0 16	16 20 33
1 1	女	1 1	1 20	ψ ψ
2 0			2 33	昇順

性別  
男 → 0  
女 → 1

性別 (PMM-3)		年齢 (PMM-3)		
VNo	VL	GVNo	VNo	VL
0 0	男	0 0	0 18	18 24
1 1	女	1 1	1 24	ψ ψ
2 1			1 4	昇順

性別  
男 → 0  
女 → 1

31/60

FIG.31A

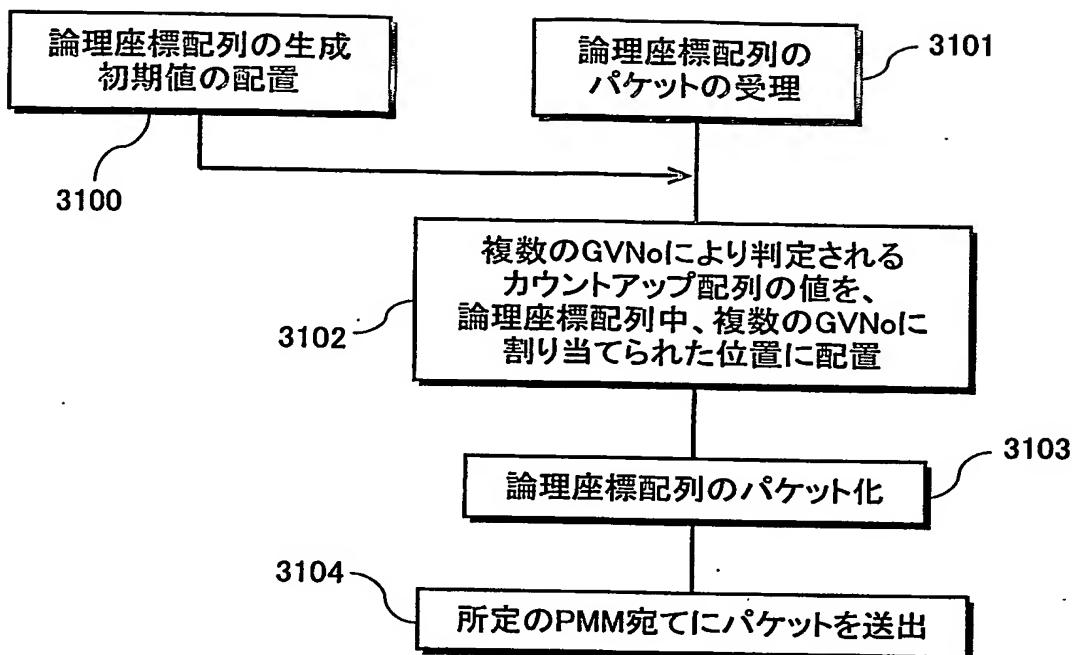
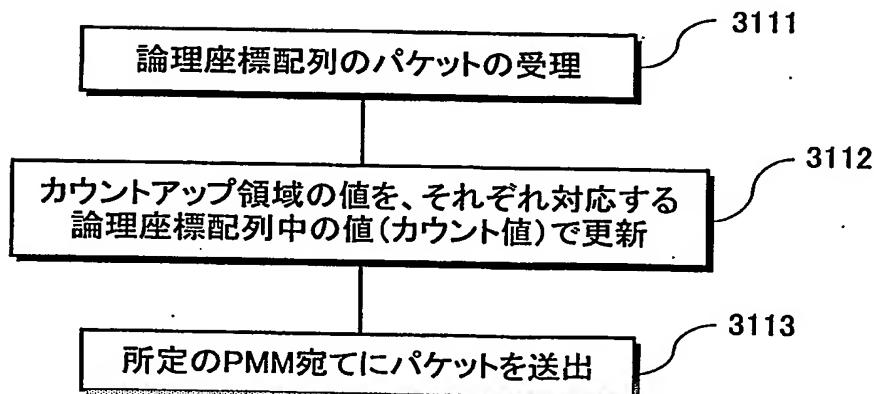
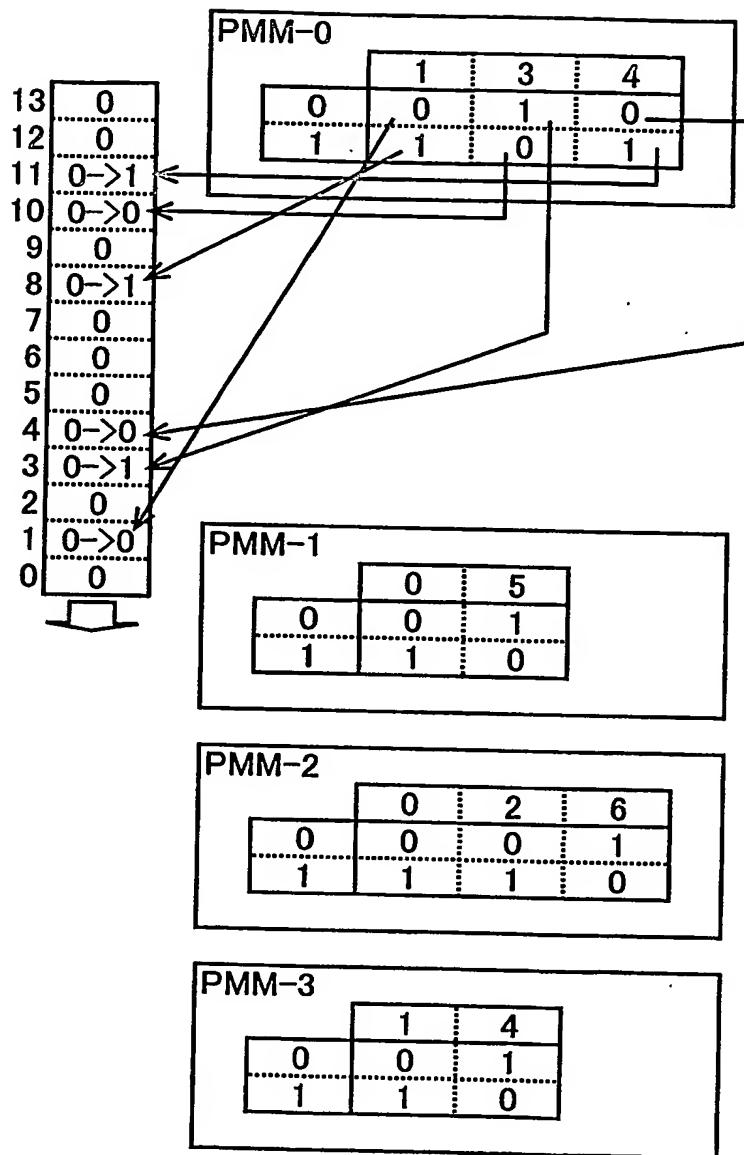


FIG.31B



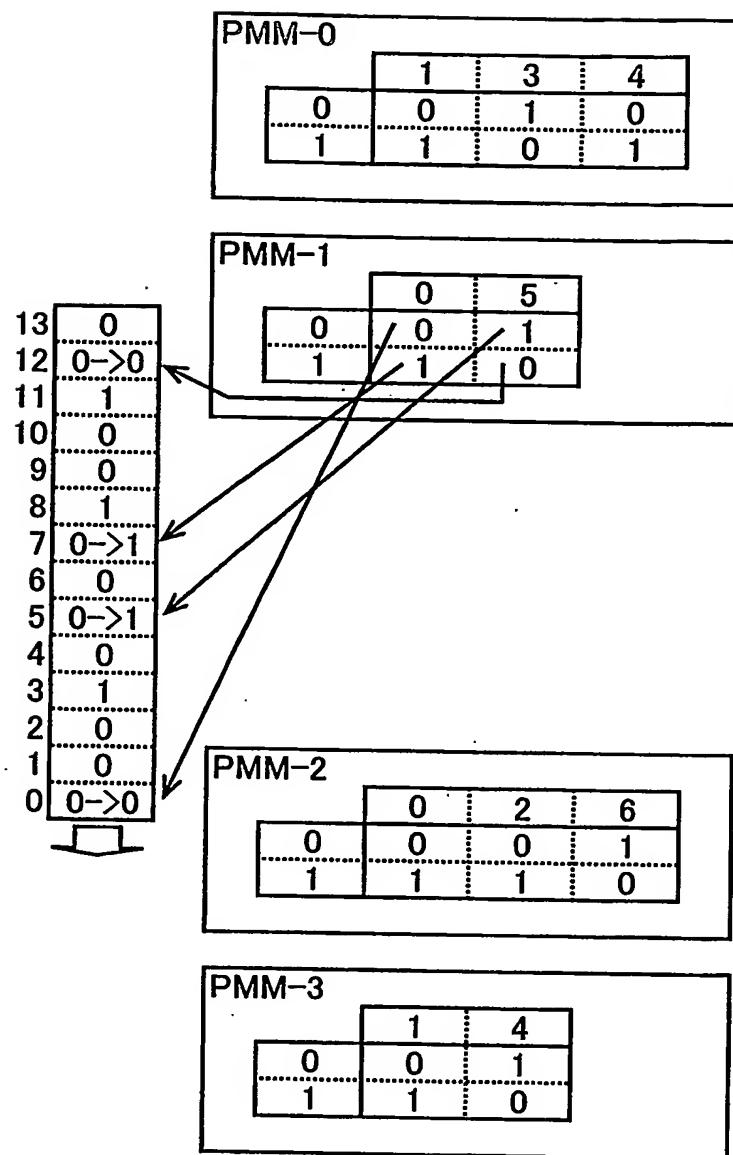
32/60

FIG.32



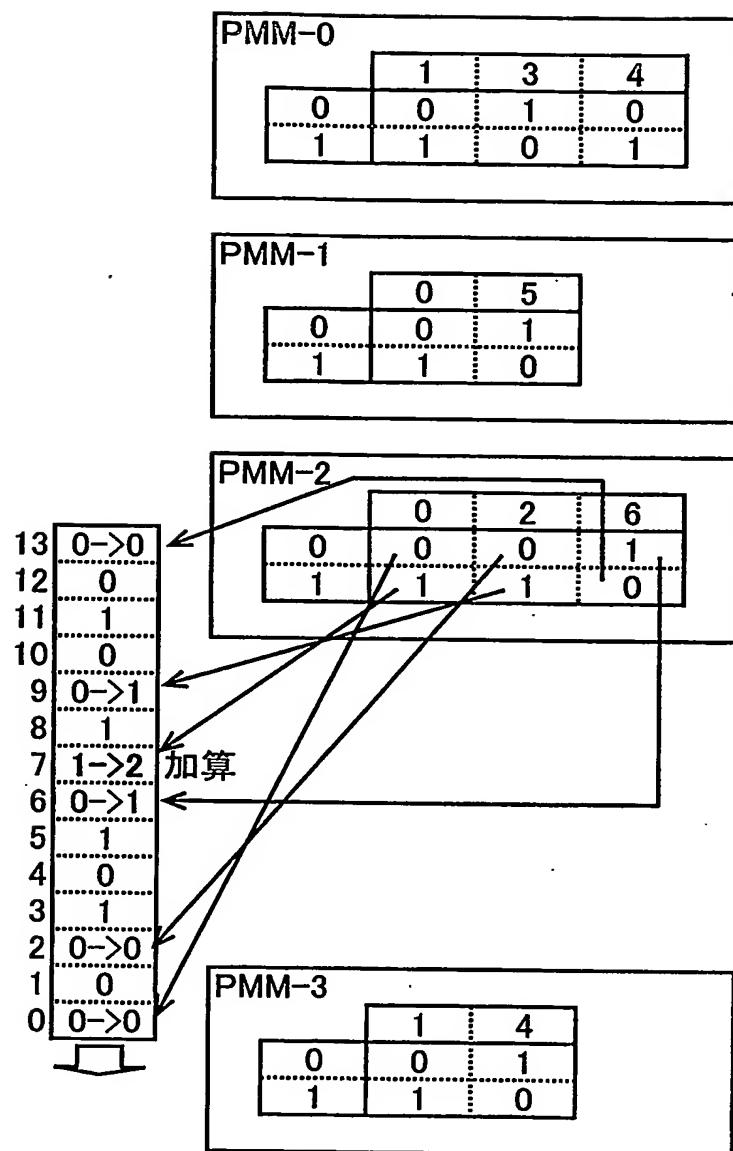
33/60

FIG.33



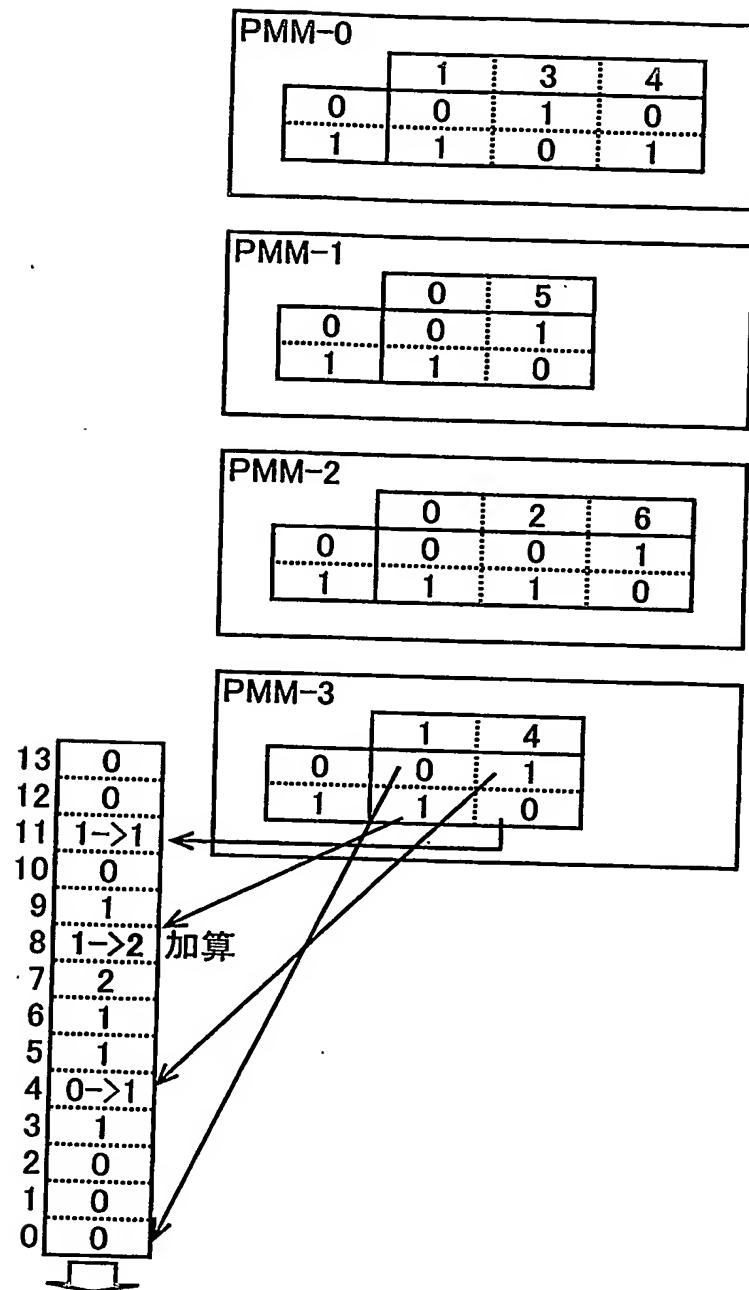
34/60

FIG.34



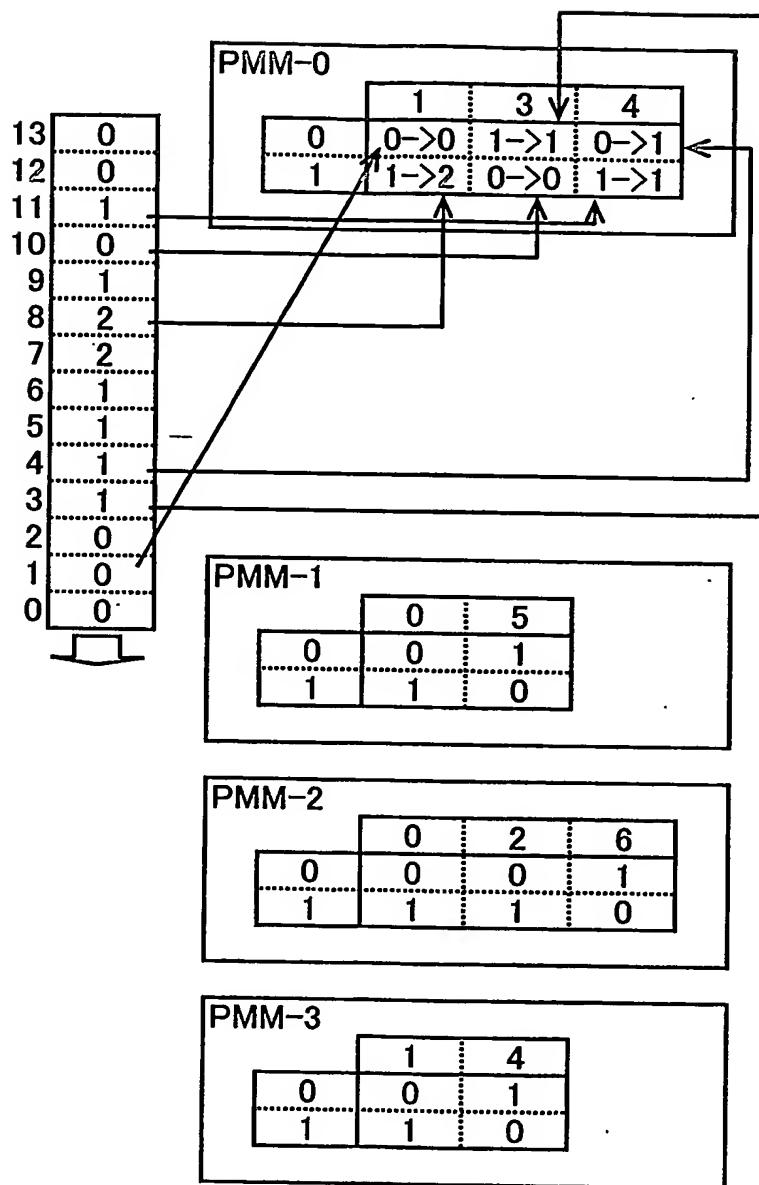
35/60

FIG.35



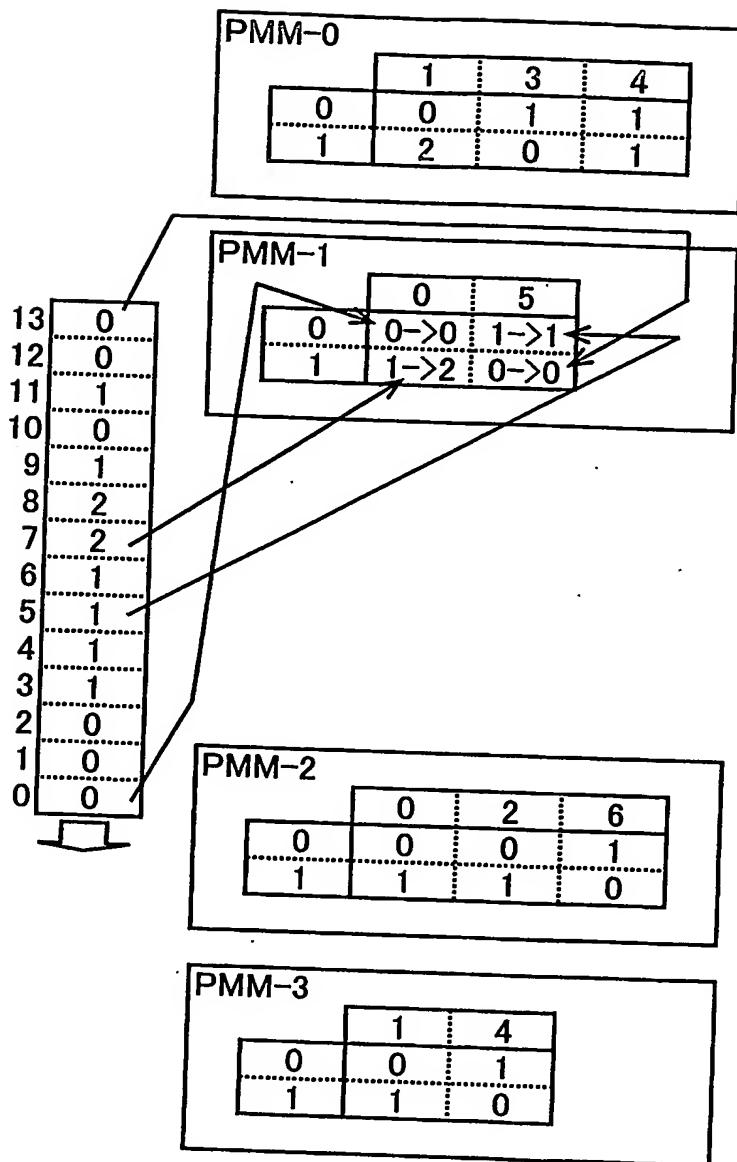
36/60

FIG.36



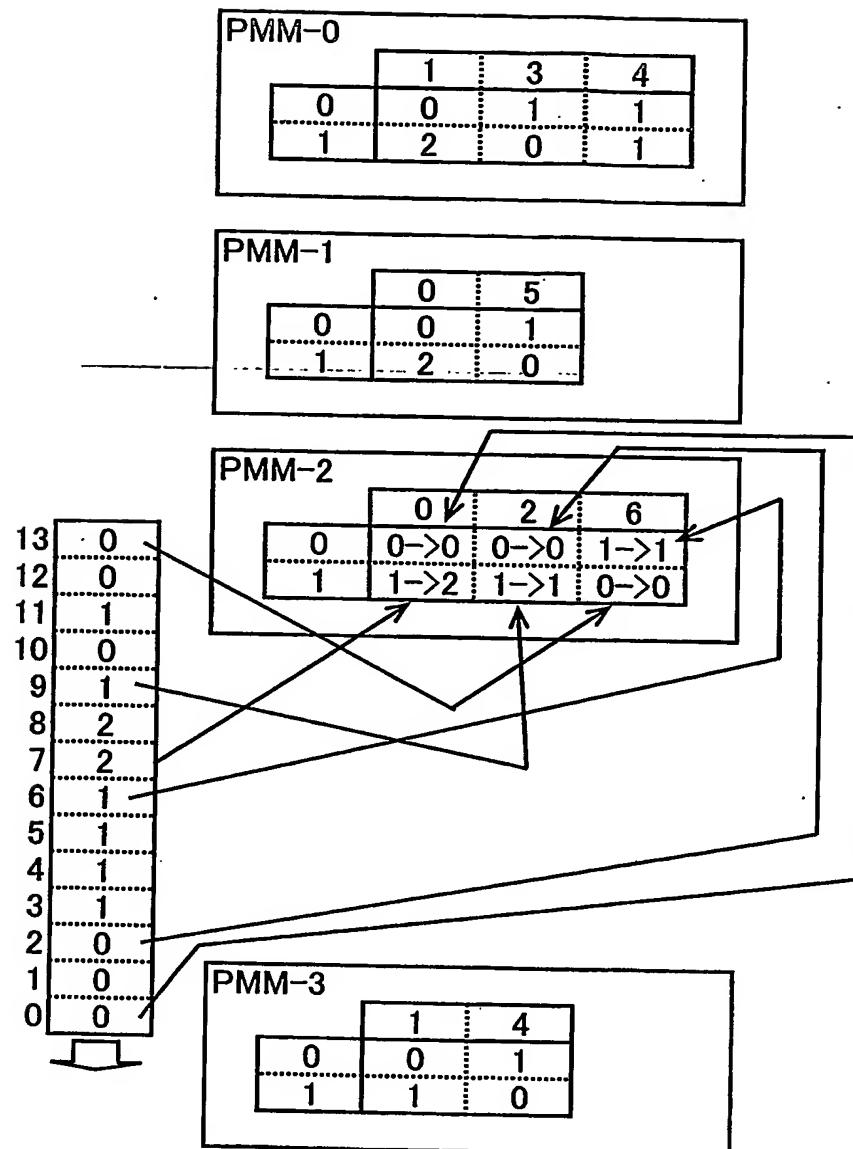
37/60

FIG.37



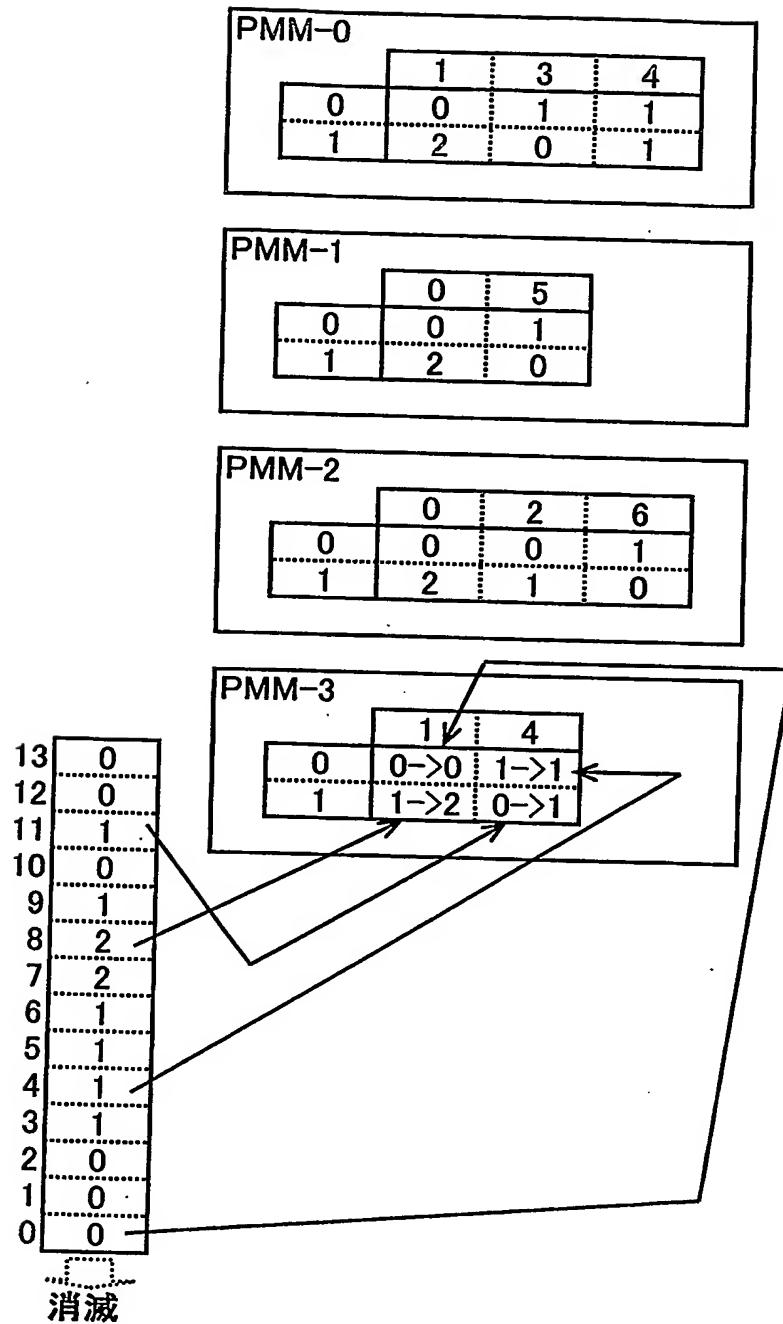
38/60

FIG.38



39/60

FIG.39



40/60

FIG.40

4001

4002

4003

4004

PMM-0		18	21	24
男	0	1	3	4
女	1	2	0	1

PMM-1		16	28	
男	0	0	5	
女	1	2	0	

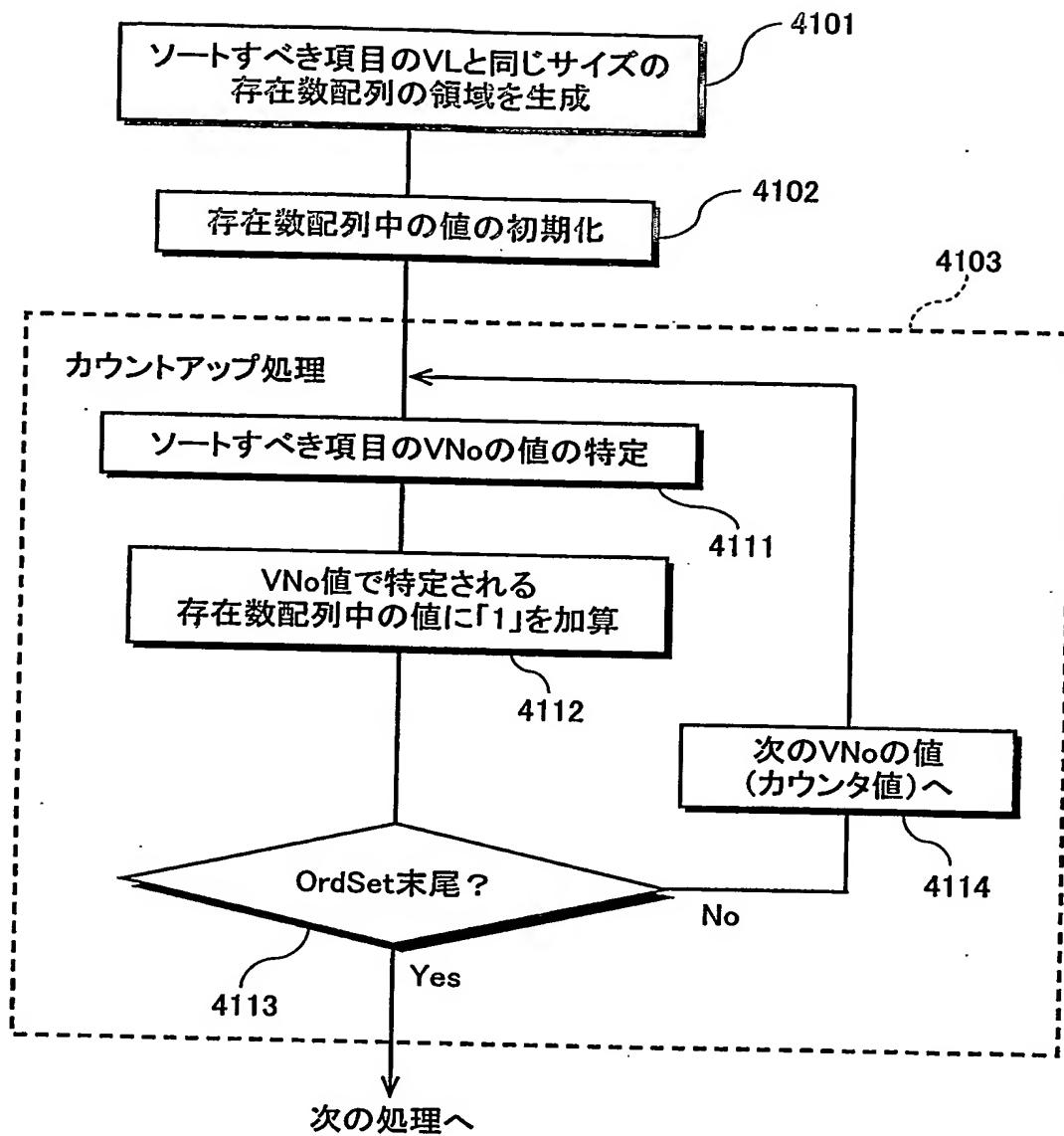
  

PMM-2		16	20	33
男	0	0	2	6
女	1	2	1	0

PMM-3		18	24	
男	0	0	1	
女	1	2	1	

FIG.41



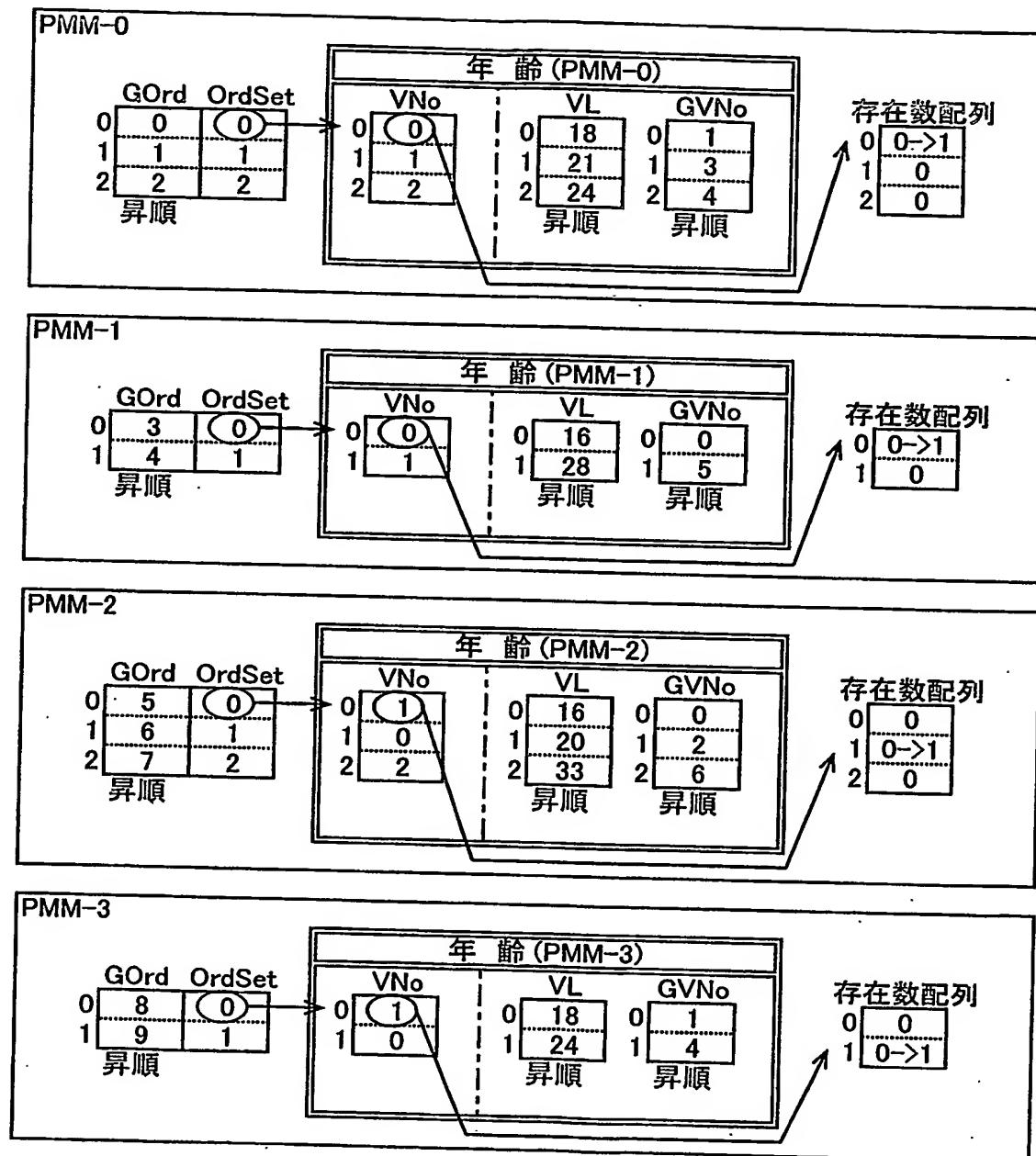
42/60

FIG.42

PMM-0		
GOnd	OrdSet	
0	0 0	
1	1 1	
2	2 2	
昇順		
年齢 (PMM-0)		
VNo	VL	GVNo
0 0	0 18	0 1
1 1	1 21	1 3
2 2	2 24	2 4
昇順		
昇順		
存在数配列		
0 0	0 0	
1 0	1 0	
2 0	2 0	
PMM-1		
GOnd	OrdSet	
0	3 0	
1	4 1	
昇順		
年齢 (PMM-1)		
VNo	VL	GVNo
0 0	0 16	0 0
1 1	1 28	1 5
昇順		
昇順		
存在数配列		
0 0	0 0	
1 0	1 0	
PMM-2		
GOnd	OrdSet	
0	5 0	
1	6 1	
2	7 2	
昇順		
年齢 (PMM-2)		
VNo	VL	GVNo
0 1	0 16	0 0
1 0	1 20	1 2
2 2	2 33	2 6
昇順		
昇順		
存在数配列		
0 0	0 0	
1 0	1 0	
2 0	2 0	
PMM-3		
GOnd	OrdSet	
0	8 0	
1	9 1	
昇順		
年齢 (PMM-3)		
VNo	VL	GVNo
0 1	0 18	0 1
1 0	1 24	1 4
昇順		
昇順		
存在数配列		
0 0	0 0	
1 0	1 0	

43/60

FIG.43



44/60

FIG.44

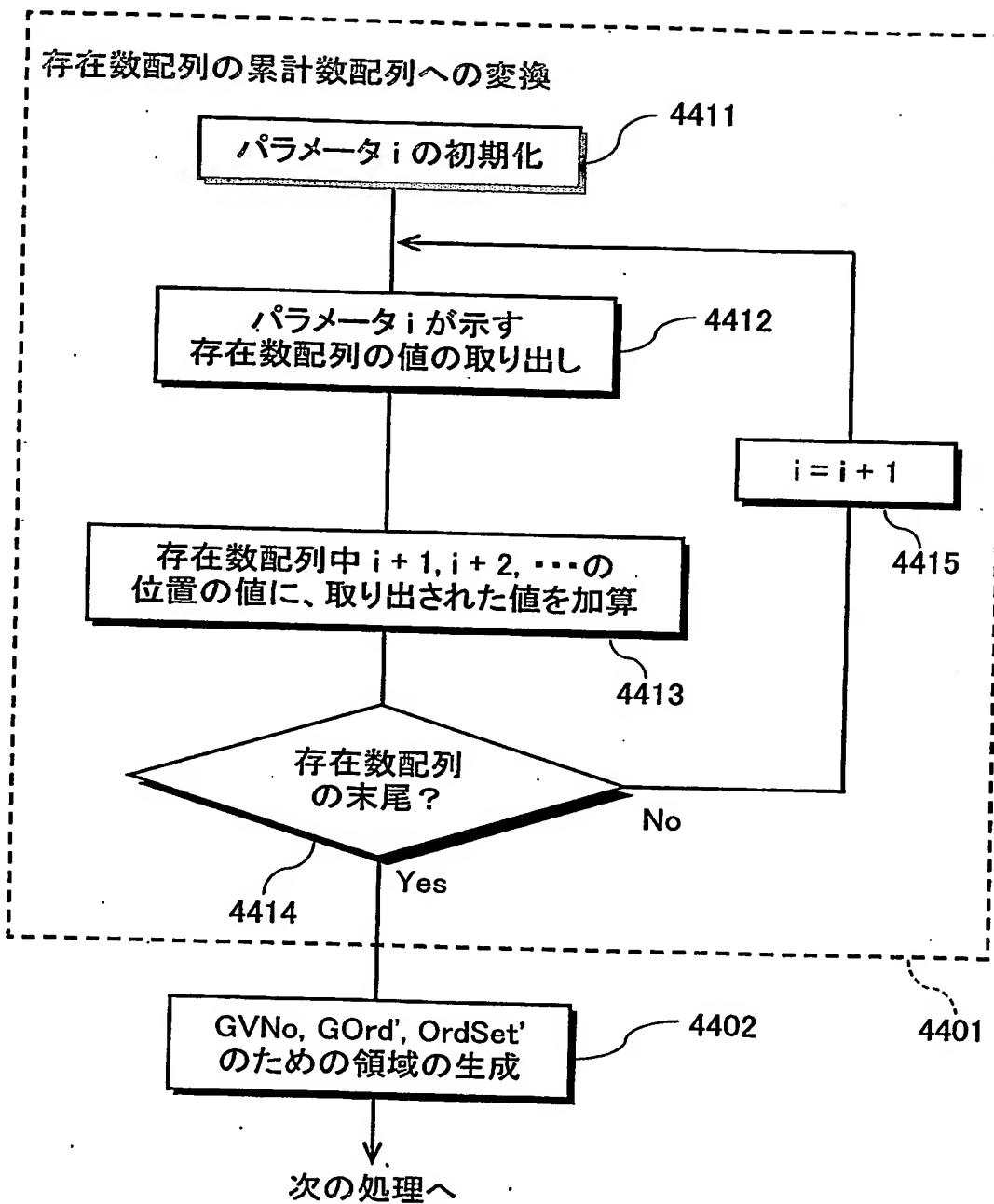
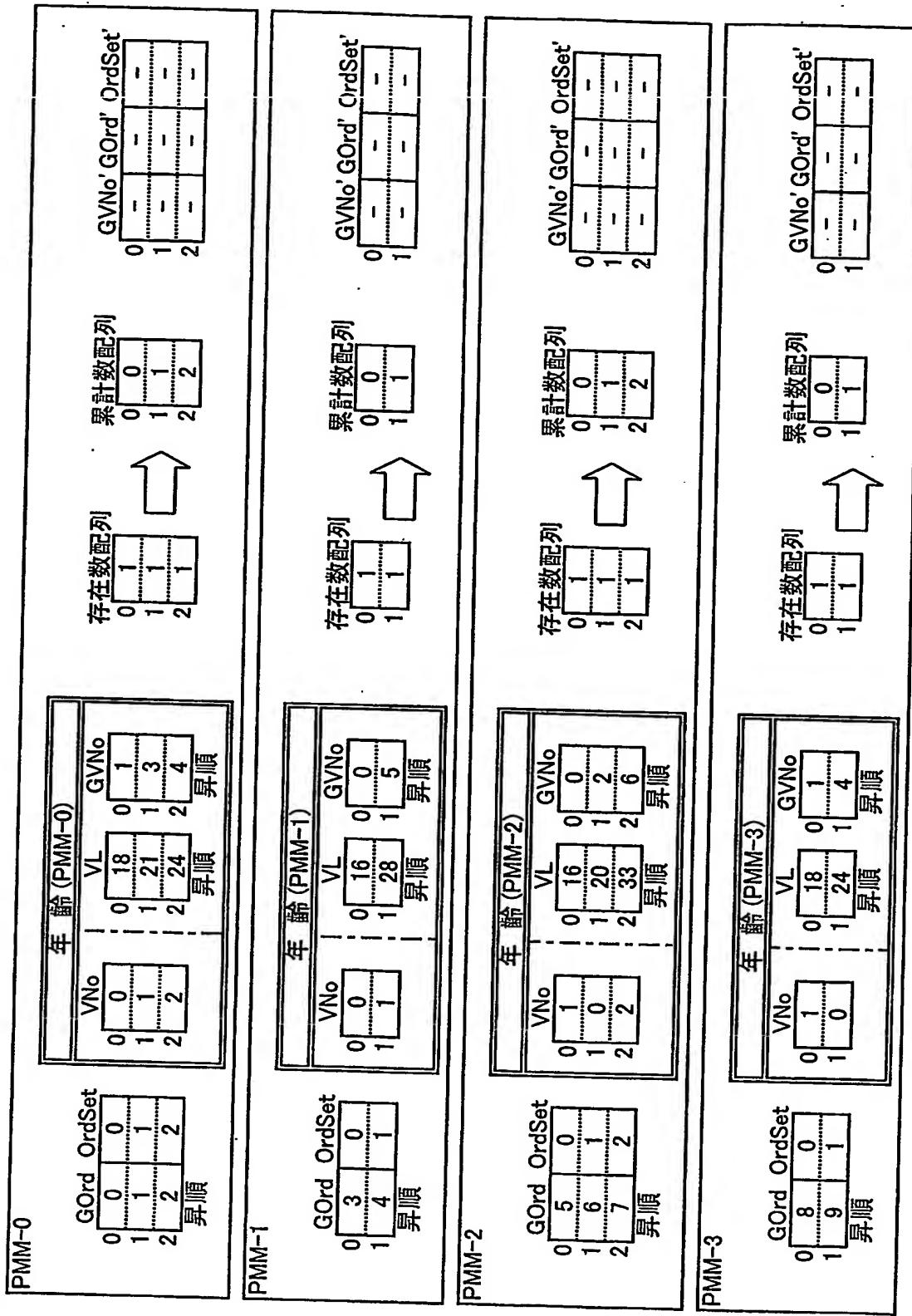


FIG. 45



46/60

FIG.46

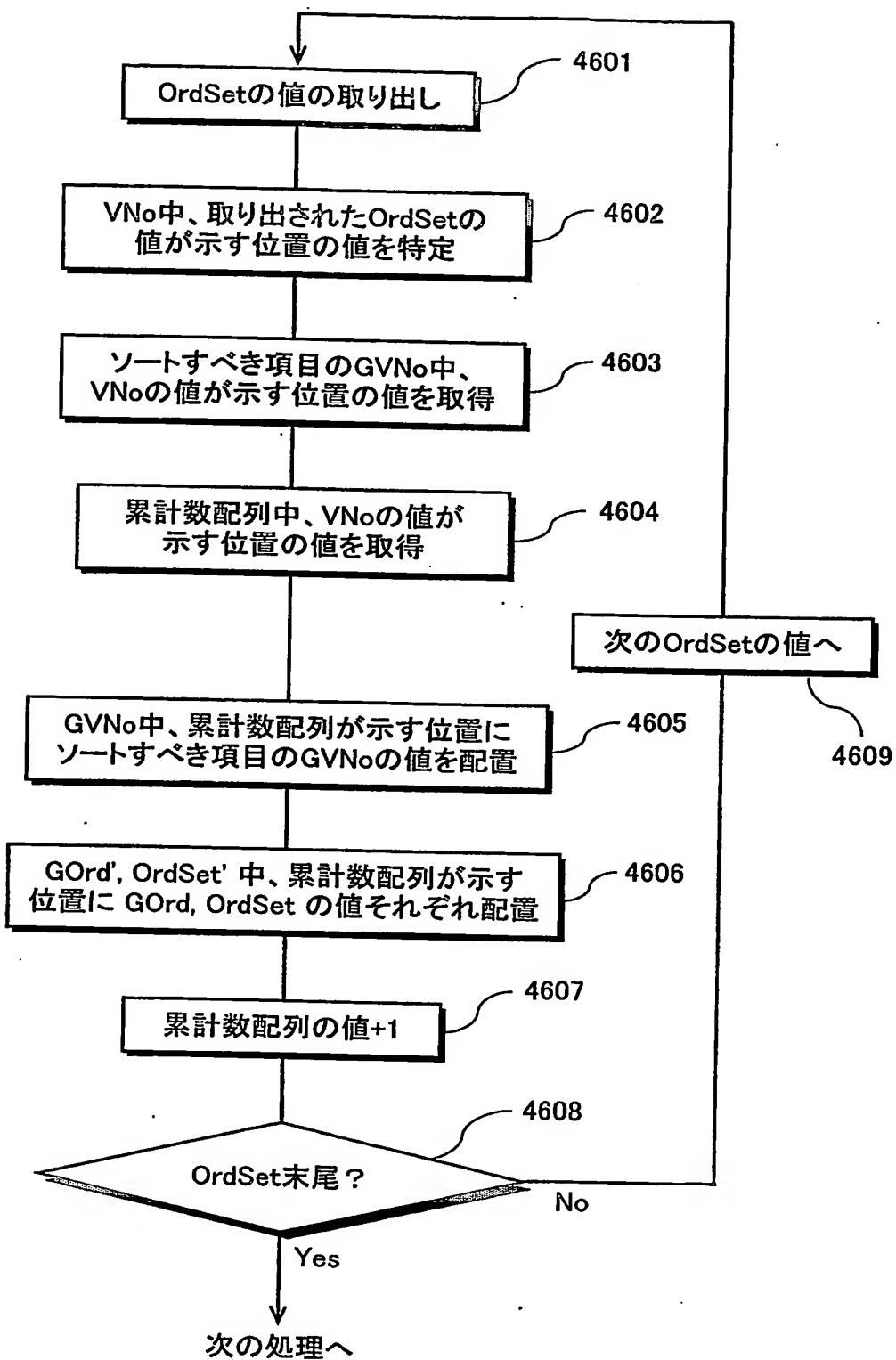


FIG.47

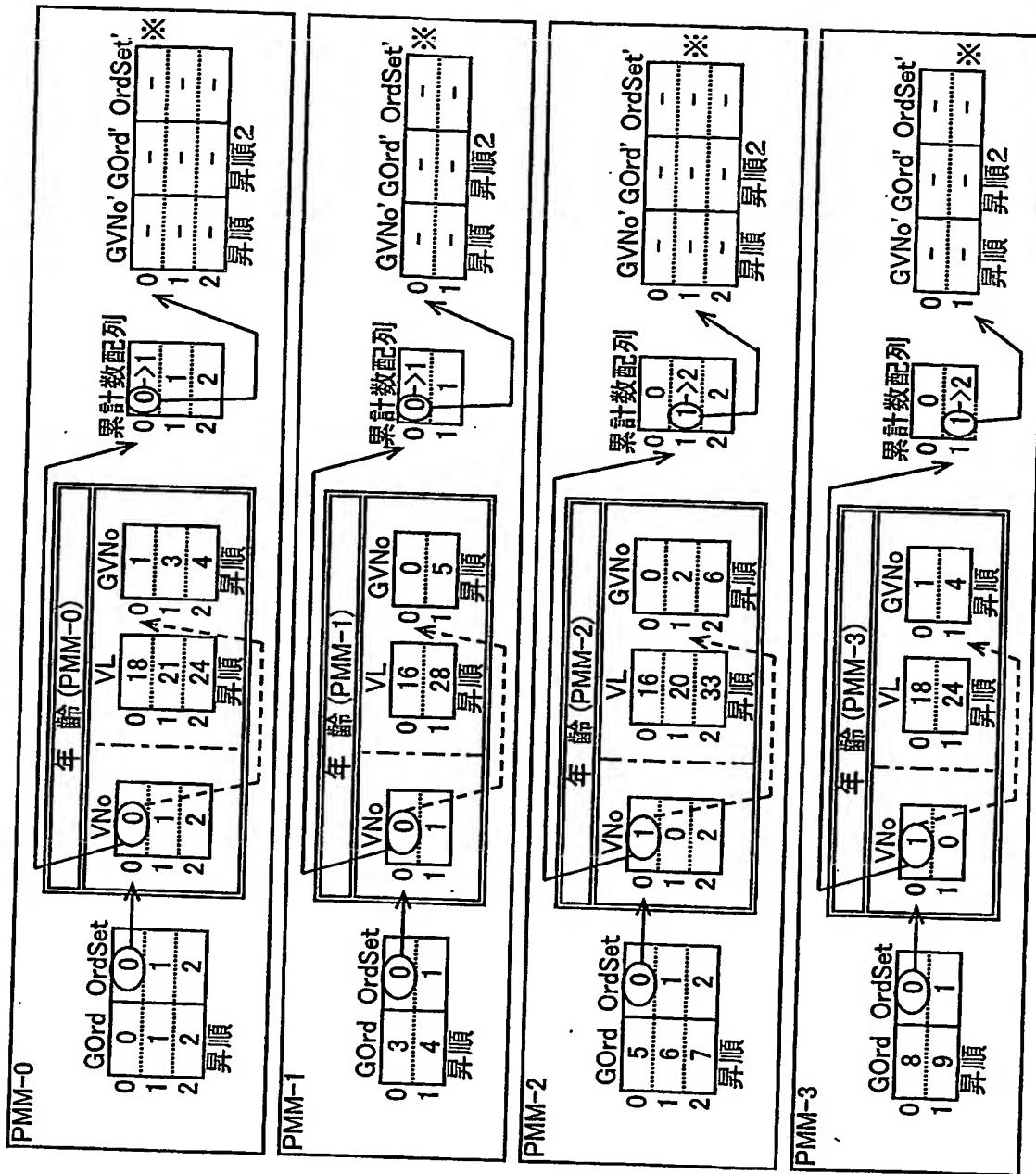


FIG.48

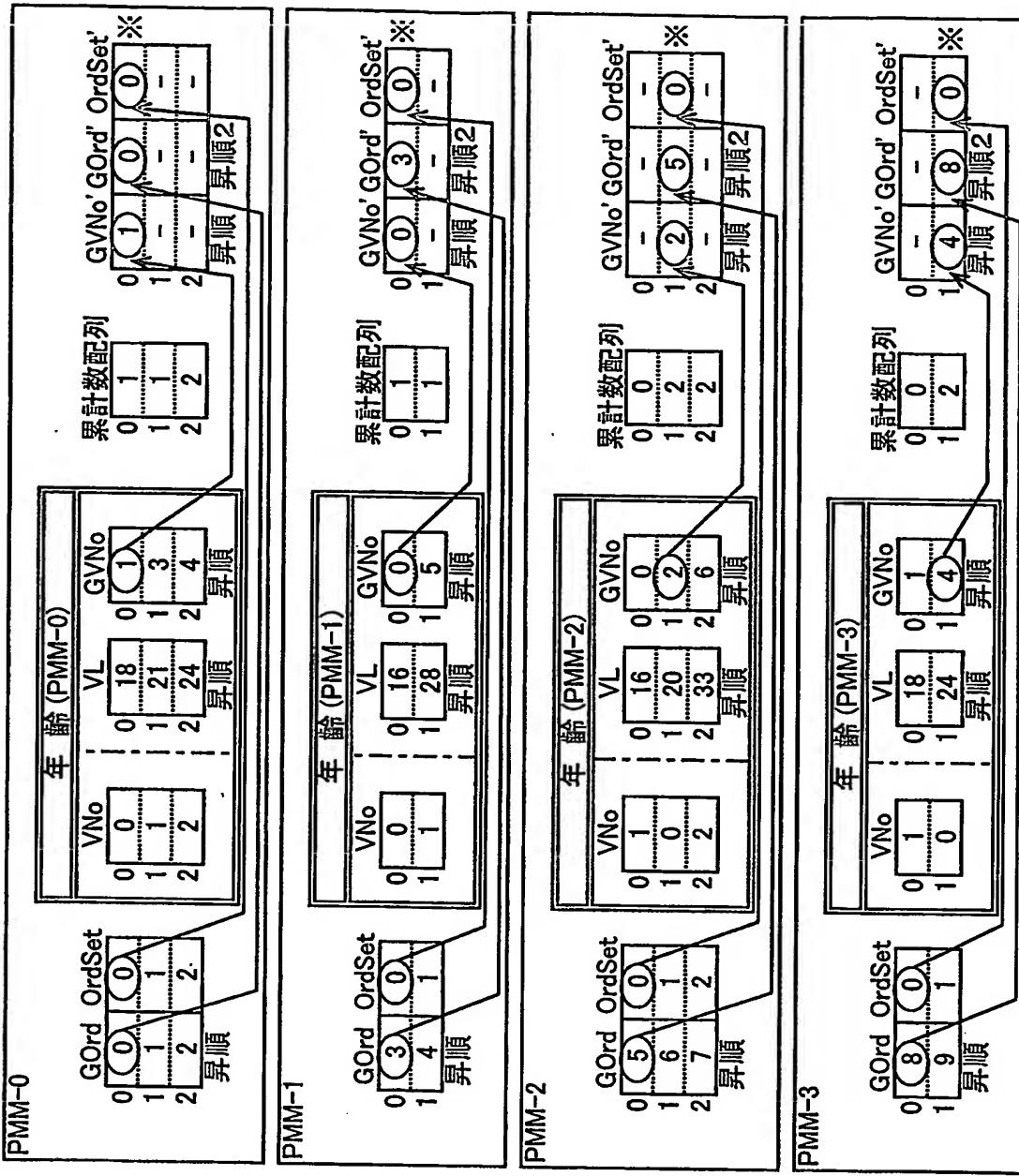
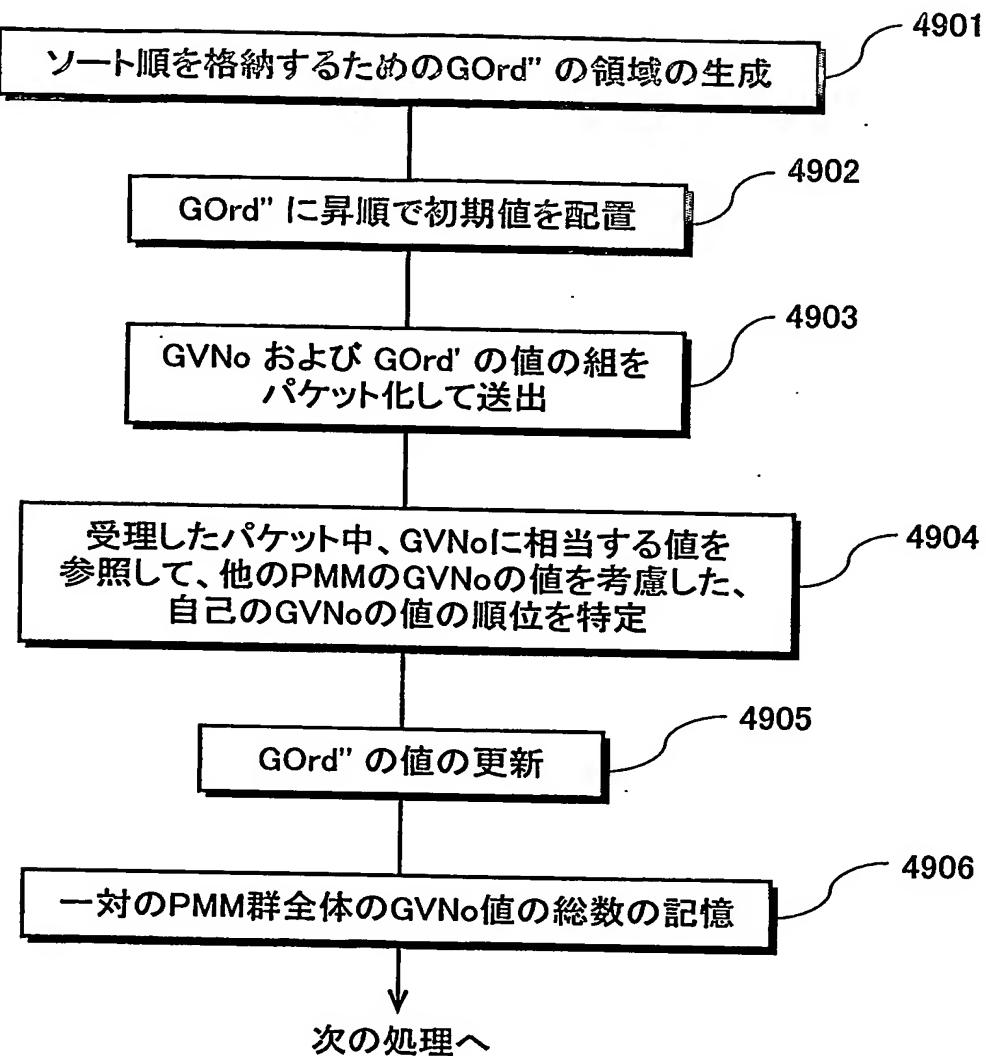
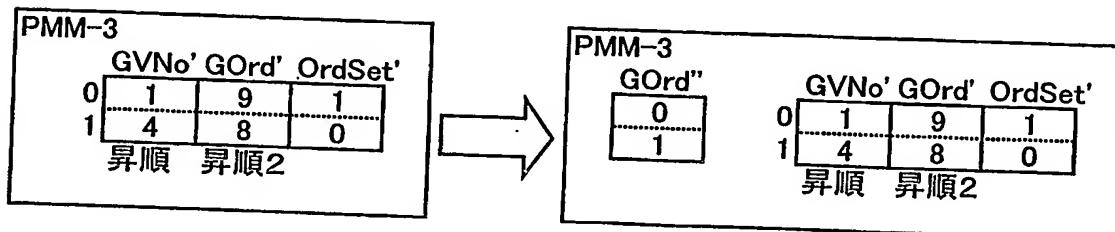
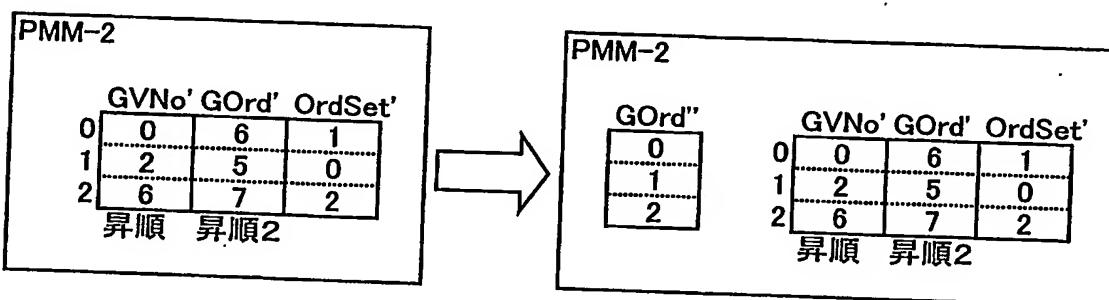
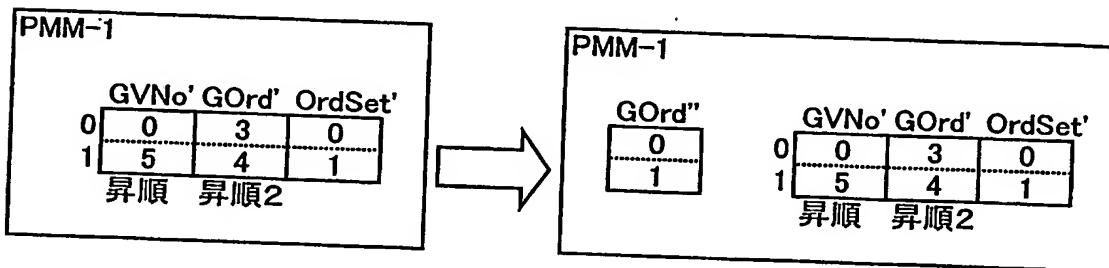
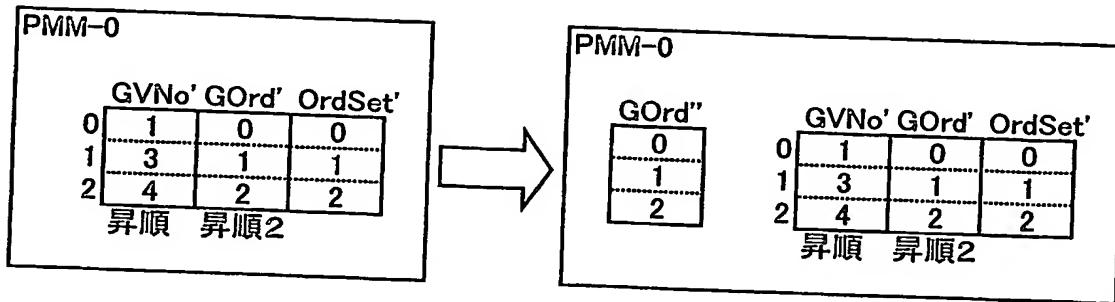


FIG.49



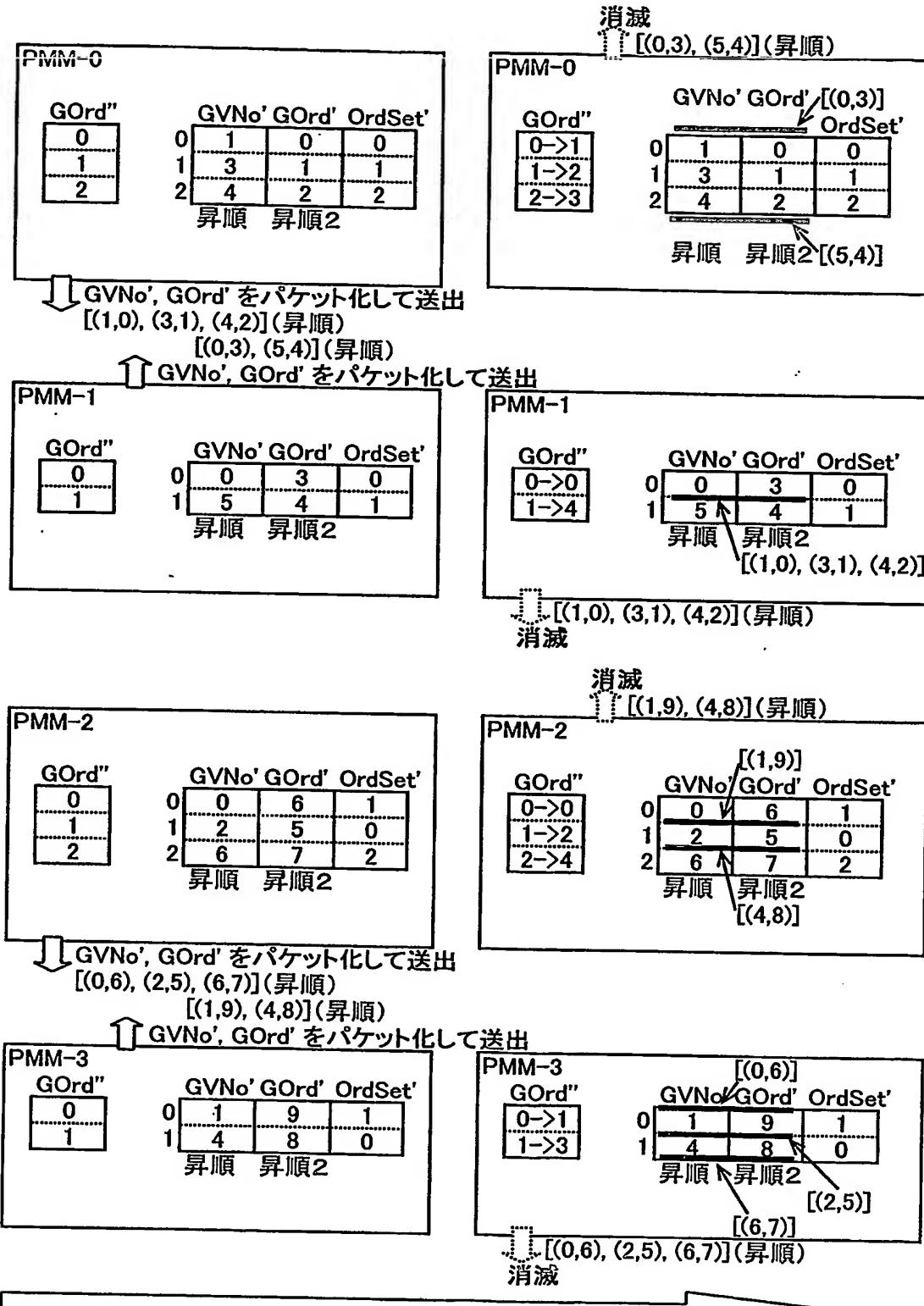
50/60

FIG.50



51/60

FIG.51



52/60

FIG.52A

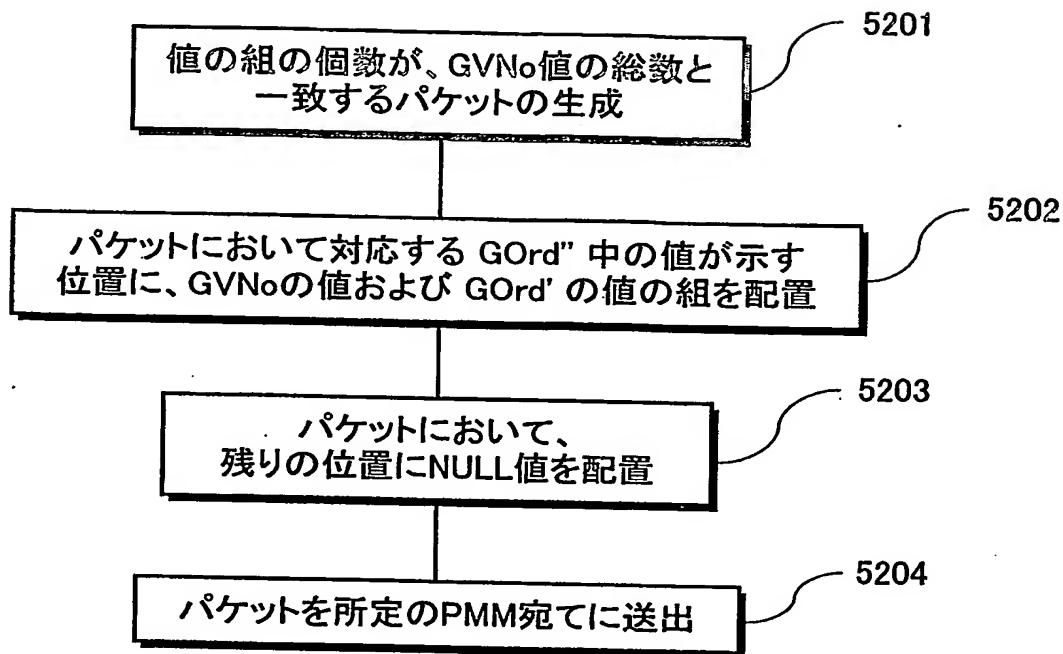
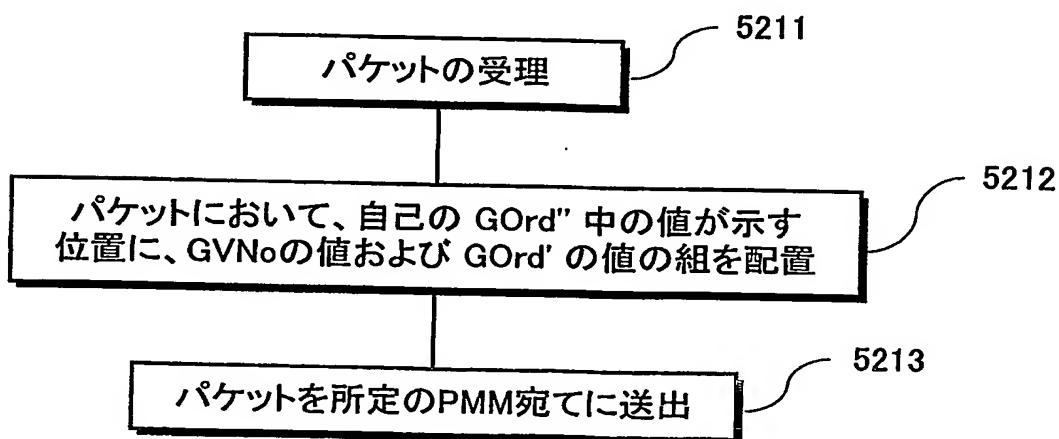
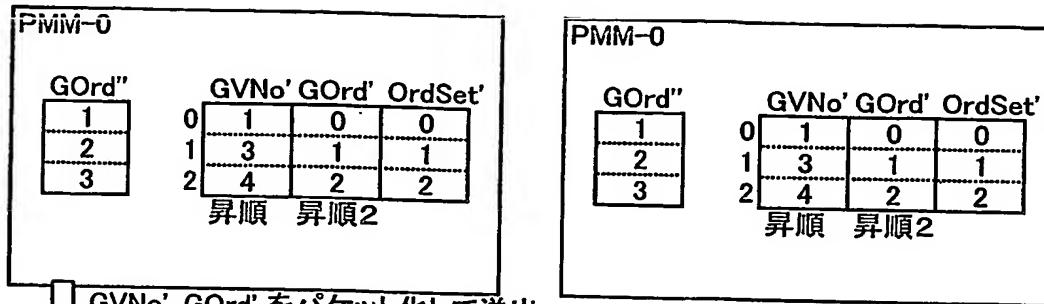


FIG.52B

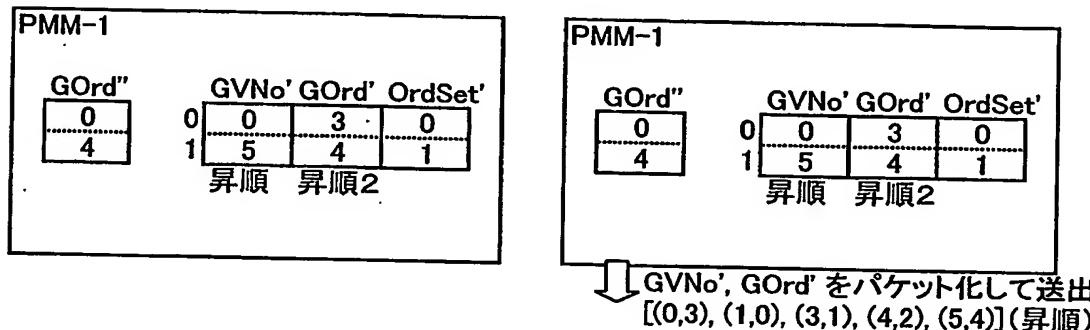


53/60

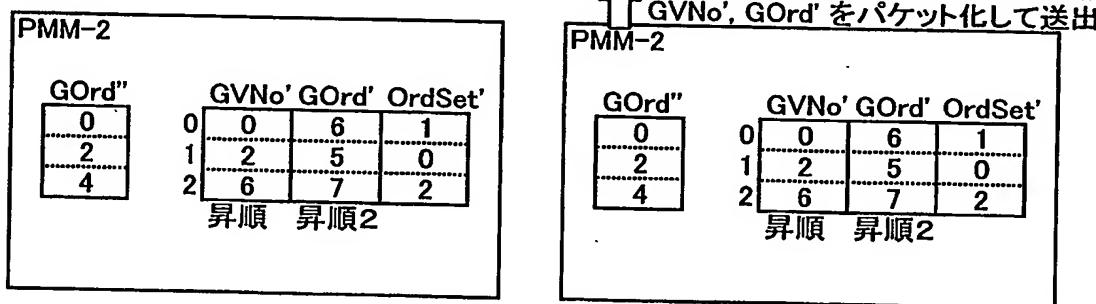
FIG.53



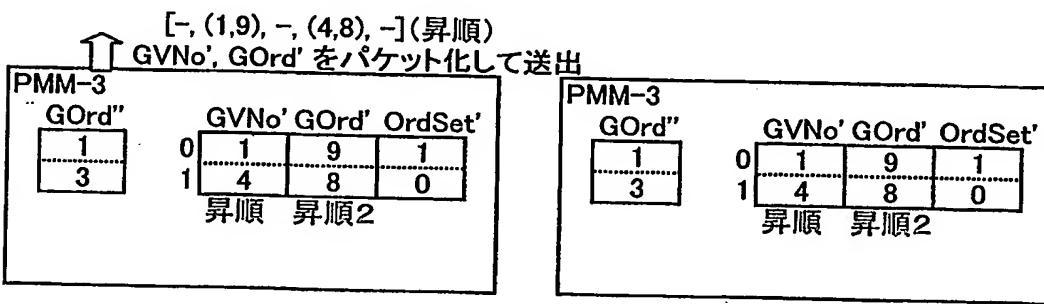
↓ GVNo', GOrd' をパケット化して送出  
[-, (1,0), (3,1), (4,2), -] (昇順)



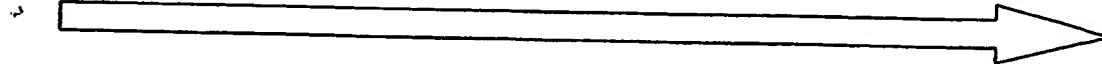
↓ GVNo', GOrd' をパケット化して送出  
[(0,3), (1,0), (3,1), (4,2), (5,4)] (昇順)



↑ GVNo', GOrd' をパケット化して送出  
[(0,6), (1,9), (2,5), (4,8), (6,7)] (昇順)



↑ GVNo', GOrd' をパケット化して送出  
[-, (1,9), -, (4,8), -] (昇順)



54/60

FIG.54

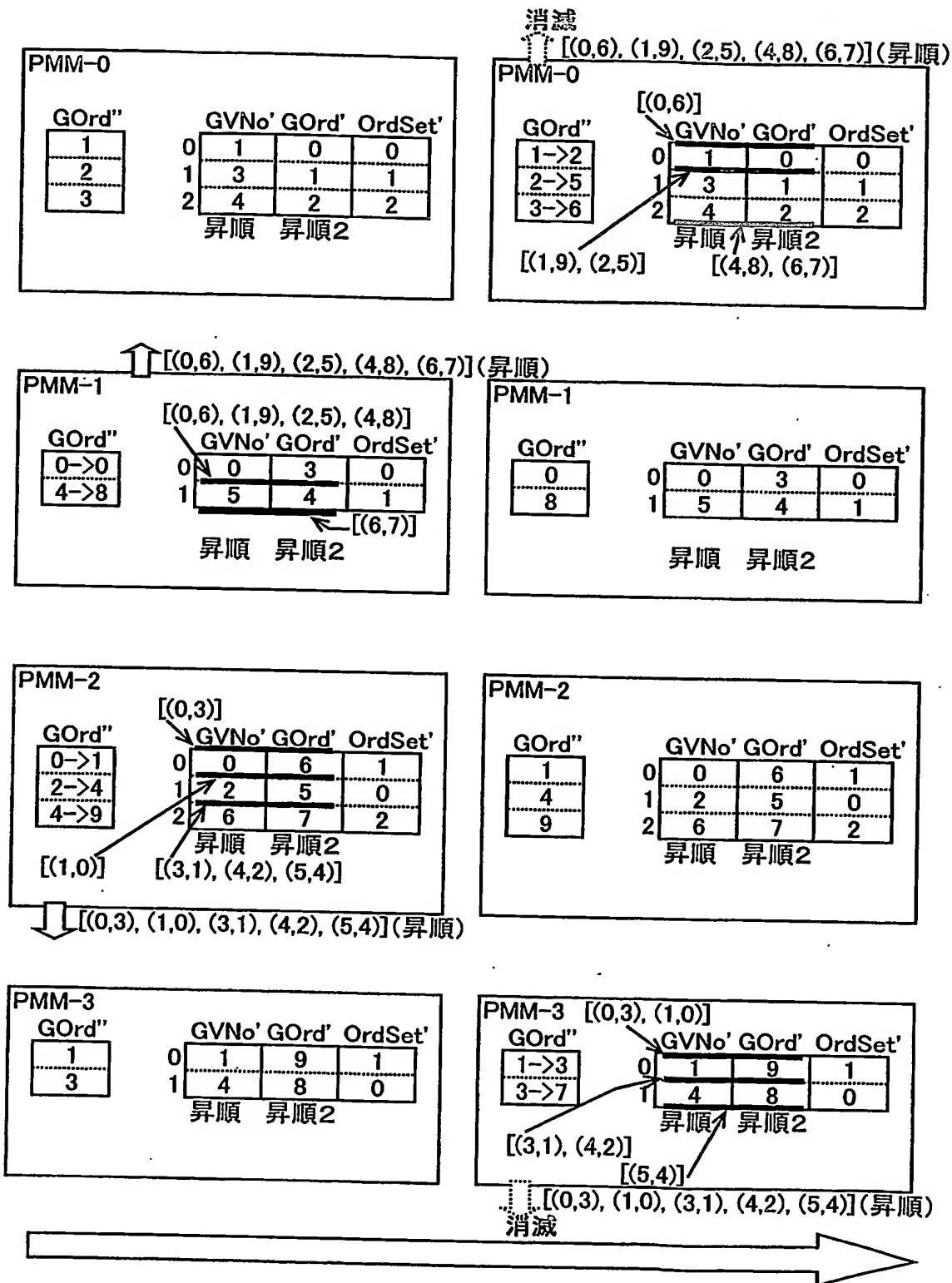


FIG.56

OFFSET=0		性別(PMM-0)			年齢(PMM-0)			身長(PMM-0)			体重(PMM-0)		
GOrdOrdSet		VNo	VL	GVNo									
0	2	0	0	男	0	0	0	1	0	48	0	0	0
1	5	1	1	女	1	1	1	2	1	55	1	2	1
2	6	2	2	昇順	2	2	2	4	2	64	2	3	昇順

OFFSET=3		性別(PMM-1)			年齢(PMM-1)			身長(PMM-1)			体重(PMM-1)		
GOrdOrdSet		VNo	VL	GVNo									
0	0	0	0	男	0	0	0	0	0	48	0	0	0
1	8	1	1	女	1	1	1	1	1	78	1	5	昇順

OFFSET=5		性別(PMM-2)			年齢(PMM-2)			身長(PMM-2)			体重(PMM-2)		
GOrdOrdSet		VNo	VL	GVNo									
0	1	1	0	男	0	1	0	0	0	52	0	1	0
1	4	0	1	女	1	0	1	1	1	55	1	2	4
2	9	2	2	昇順	2	2	2	2	2	65	2	4	昇順

OFFSET=8		性別(PMM-3)			年齢(PMM-3)			身長(PMM-3)			体重(PMM-3)		
GOrdOrdSet		VNo	VL	GVNo									
0	3	1	0	男	0	1	0	1	0	55	0	2	3
1	7	0	1	女	1	0	1	1	0	64	1	3	昇順

56/60

FIG.57

	性別	年齢	身長	体重
0	女	18	168	55
1	男	21	172	64
2	女	24	159	48
3	女	16	172	48
4	男	28	181	78
5	女	20	166	55
6	女	16	168	52
7	男	33	174	65
8	男	24	177	64
9	女	18	170	55

ソート前

	性別	年齢	身長	体重
0	女	16	172	48
1	女	16	168	52
2	女	18	168	55
3	女	18	170	55
4	女	20	166	55
5	男	21	172	64
6	女	24	159	48
7	男	24	177	64
8	男	28	181	78
9	男	33	174	65

ソート後

57/60

FIG.58A

性別	年齡	身長(cm)	体重(kg)
0 女	18	168	55
1 男	21	172	64
2 女	24	159	48
3 女	16	172	48
4 男	28	181	78
5 女	20	166	55
6 女	16	168	52
7 男	33	174	65
8 男	24	177	64
9 女	18	170	55

OrdSet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

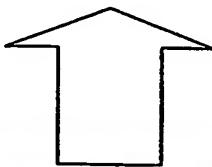


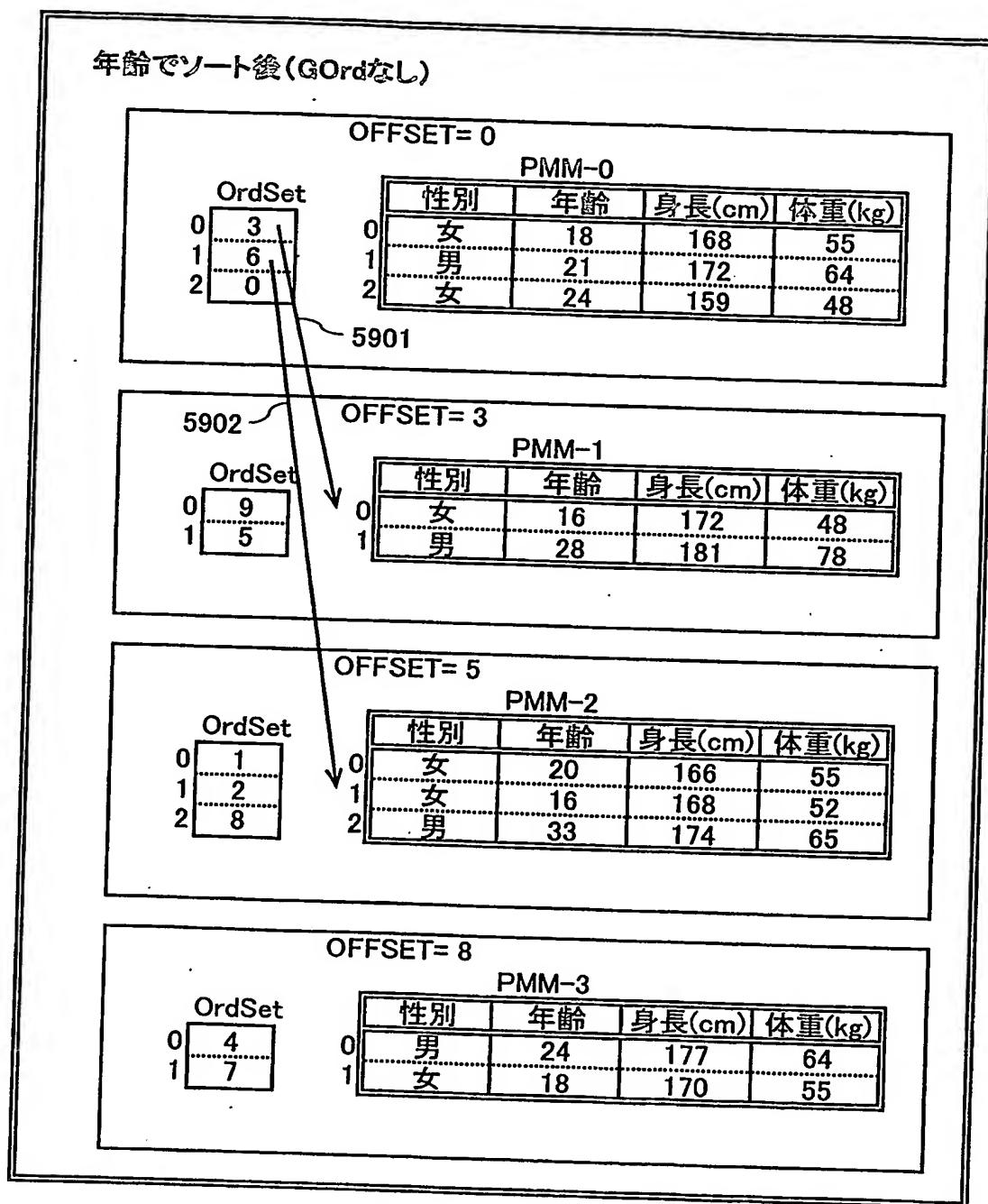
FIG.58B

58B

性別	年齡	身長(cm)	体重(kg)
0 女	18	168	55
1 男	21	172	64
2 女	24	159	48
3 女	16	172	48
4 男	28	181	78
5 女	20	166	55
6 女	16	168	52
7 男	33	174	65
8 男	24	177	64
9 女	18	170	55

OrdSet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

FIG.59



59/60

FIG.60

年齢でソート後(GOrdあり)

			OFFSET= 0 PMM-0			
GOrd	OrdSet		性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	2	0	女	18	168	55
1	5	1	男	21	172	64
2	6	2	女	24	159	48
昇順						

			OFFSET= 3 PMM-1			
GOrd	OrdSet		性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	0	0	女	16	172	48
1	8	1	男	28	181	78
昇順						

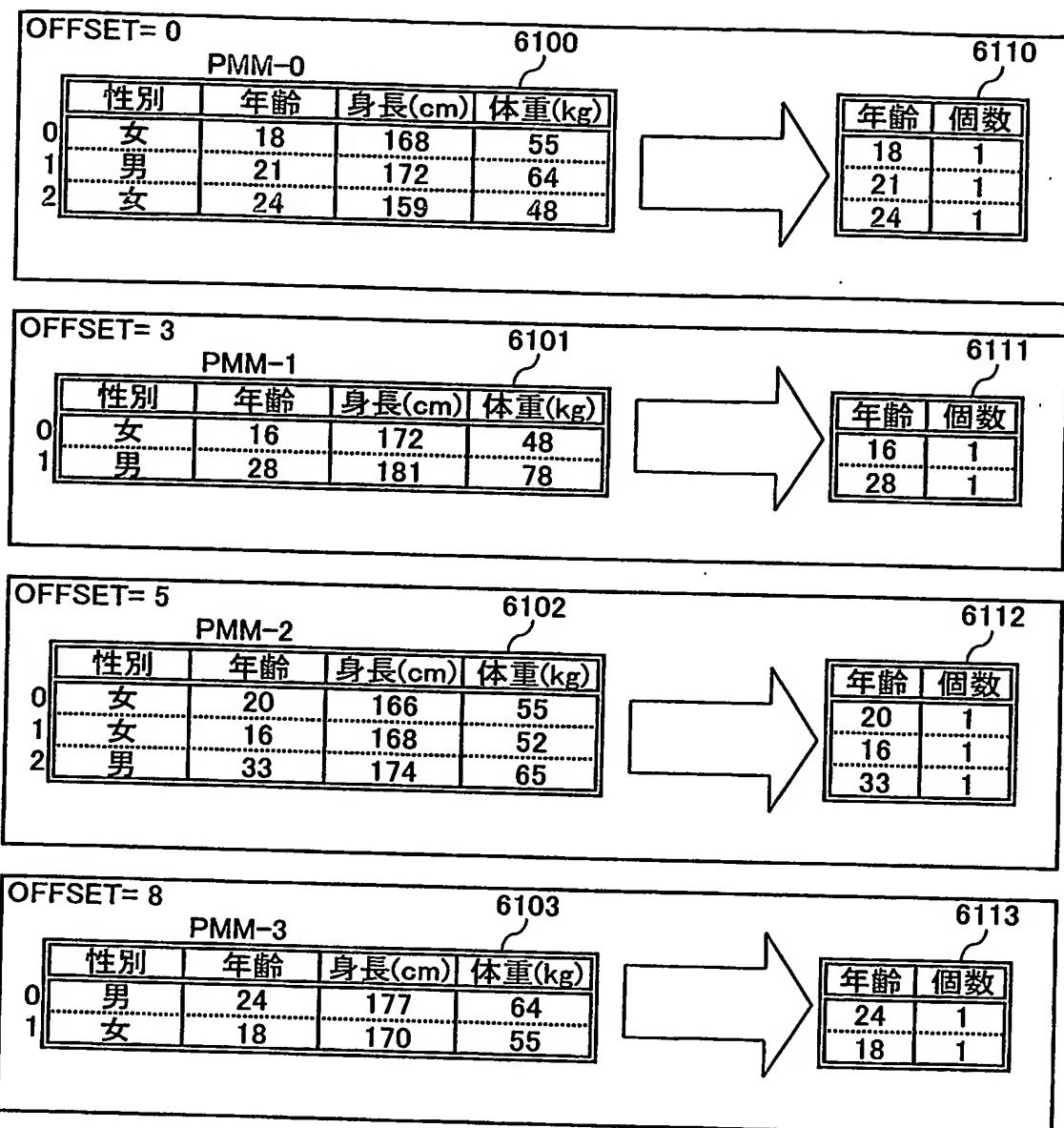
			OFFSET= 5 PMM-2			
GOrd	OrdSet		性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	1	1	女	20	166	55
1	4	0	女	16	168	52
2	9	2	男	33	174	65
昇順						

			OFFSET= 8 PMM-3			
GOrd	OrdSet		性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
0	3	1	男	24	177	64
1	7	0	女	18	170	55
昇順						

60/60

FIG.61



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/005323

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.C1<sup>7</sup> G06F7/24, G06F12/16, G06F15/80, G06F17/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.C1<sup>7</sup> G06F7/24, G06F12/16, G06F15/80, G06F17/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JSTPlus (JOIS)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-147800 A (TURBO DATA LABORATORY INC.), 29 May, 2001 (29.05.01), Claim 1; Par. Nos. [0040] to [0063]; Figs. 6, 10 to 12, 16 to 19 & WO 01/38967 A1 & CA 2394452 A	1-25 & EP 1233332 A1 & CN 1423772 T
A	WO 00/10103 A1 (Shinji KOJO), 24 February, 2000 (24.02.00), & EP 1136918 A1 & CA 1317117 T	1-25 & CA 2340008 A
A	JP 2001-92796 A (Shinji KOJO), 06 April, 2001 (06.04.01), & WO 01/022229 A1 & CA 2385079 A	1-25 & EP 1244020 A1 & CN 1379879 T

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May, 2004 (27.05.04)

Date of mailing of the international search report

15 June, 2004 (15.06.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.C1' G06F7/24, G06F12/16, G06F15/80, G06F17/30

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.C1' G06F7/24, G06F12/16, G06F15/80, G06F17/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JST Plus (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-147800 A(ターボデータラボラトリ有限公司)2001.05.29 請求項1, 第40-63段落, 図6, 10-12, 16-19 &WO 01/38967 A1 &EP 1233332 A1 &CA 2394452 A &CN 1423772 T	1-25
A	WO 00/10103 A1(古庄晋二) 2000.02.24 &EP 1136918 A1 &CA 2340008 A &CN 1317117 T	1-25
A	JP 2001-92796 A(古庄晋二) 2001.04.06 &WO 01/022229 A1 &EP 1244020 A1 &CA 2385079 A &CN 1379879 T	1-25

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.05.2004

国際調査報告の発送日

15.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
高瀬 勤

5M 9069

電話番号 03-3581-1101 内線 3597